

РЕФЕРАТ

Дипломная работа содержит 120 страниц, 21 рисунок, 30 таблиц, 1 приложения, 12 листов графического материала.

Ключевые слова: ПРОУШИНА, ВЕРТИКАЛЬНО – ФРЕЗЕРНАЯ, ТОКАРНАЯ, СВЕРЛИЛЬНАЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, РАЗВЕРТКА, КАЛИБР СООСНОСТИ.

Целью проектирования является разработка технологического процесса механической обработки изделия проушина Т400.06.185.111.

Тема выпускной квалификационной работы "Разработка технологического процесса изготовления проушины Т400.06.185.111".

ВКР содержит следующие главы: введение, технологическая, конструкторская, организационная, экономическая части, а также охрана труда и безопасность жизнедеятельности.

В технологической части изложено описание последовательности технологического процесса, расчетов припусков, расчетов режимов резания и норм времени.

В конструкторской части приведены описания и расчет приспособлений, режущего и мерительного инструмента.

В организационной части приведены расчеты количества оборудования, числа рабочих.

В экономической части рассчитаны технико-экономические показатели, а также экономический годовой эффект.

В разделе социальная ответственность освещены вопросы безопасности работы на участке и меры предупреждения опасных производственных факторов.

В графической части изображены чертеж детали совместно с заготовкой, чертежи приспособлений, карты наладок, режущий и мерительный инструмент.

DAS REFERAT

Die Diplomarbeit enthält 120 Seiten, 21 Zeichnungen, 30 Tabellen, 1 Anlage, 12 Blätter des graphischen Materials.

Die Stichwörter: die senkrechte Öse, Fräsöse, die Drehöse, die Bohröse, die Lagebestimmung, der technologische Prozess, das Werkzeug, die Reibahle, die Ausrichtlehre.

Die Diplomarbeit ist gezielt, den technologischen Prozesses der mechanischen Bearbeitung des Werkstücks T400.06.185.111 (die Öse) zu entwickeln.

Das Thema der Diplomarbeit ist „Die Entwicklung des technologischen Prozesses für die Herstellung der Öse T400.06.185.111“.

Die Diplomarbeit enthält die folgenden Teile: die Einleitung, der technologische Teil, der Konstruktionsteil, der organisatorische Teil, der Wirtschaftsteil, sowie der Teil über Betriebsschutz des Werkes und Sicherheit der Lebenstätigkeit.

Im technologischen Teil ist die Reihenfolge des technologischen Prozesses beschrieben, das Zubehör und die Schneidensvorgänge sind berechtigt, die Zeitnormen sind vorgelegen.

Im Konstruktionsteil sind sowohl Vorrichtungen, als auch scheidende und messende Werkzeuge beschrieben und berechtigt.

Im organisatorischen Teil sind die Mengen der Ausrüstungsstücke und der Arbeiter angeführt.

Im Wirtschaftsteil sind die technisch-ökonomischen Kennziffern, und der jährliche Wirtschaftseffekt berechnet.

Im Teil der sozialen Verantwortung sind die Fragen der Arbeitssicherheit auf der Baustelle und des Warnungsmaßnahmen gegen gefährliche Produktionsfaktoren beleuchtet.

Im graphischen Teil sind die Zeichnungen des Vor- und Werkstücks, der Vorrichtungen, die Einstellblätter, schneidende und messende Werkzeuge vorgelegen.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	9
1	Расчеты и аналитика	10
1.1	Анализ существующего производства	11
1.1.1	Название и схема управления цеха №58	11
1.1.2	Служебное назначение	12
1.1.3	Определение типа производства	13
1.1.4	Анализ технологичности изделия	14
1.1.5	Описание базового технологического процесса изготовления изделия	15
1.2	Формулировка проектной задачи	21
1.3	Поиск оптимального варианта решения проектной задачи	21
1.4	Специальная часть	22
1.5	Технологическая часть	23
1.5.1	Выбор заготовки и метода ее получения	23
1.5.2	Выбор технологических баз и разработка схем базирования	26
1.5.3	Составление технологического маршрута	34
1.5.4	Выбор технологического оборудования	37
1.5.5	Выбор технологического оснащения	40
1.5.6	Расчет припусков	42
1.5.7	Расчет режимов резания	47
1.5.8	Нормирование операций механической обработки	59
1.6	Конструкторская часть	64
1.6.1	Проектирование приспособления для вертикально – фрезерного станка	64
1.6.2	Проектирование приспособления для глубокого сверления	66
1.6.3	Проектирование специального режущего инструмента	67
1.6.4	Проектирование специального мерительного инструмента	68
1.7	Организационная часть	69
1.7.1	Расчет количества основного оборудования на участке	69
1.7.2	Определение коэффициента загрузки	70
1.7.3	Определение суточной производительности	71
1.7.4	Определение размера партии запуска	72
1.7.5	Разработка вспомогательных служб	73
1.7.6	Расчет численности рабочих	77

					ФЮРА.300093.000 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.	Пчелинцева				Разработка технологического процесса изготовления проушины Т400.06.185.111	Лит.	Лист	Листов	
Провер.	Проскоков								
Реценз.						6 ЮТИ ТПУ Гр. 10300			
Н. Контр.	Ласуков								
Утверд.	Моховиков								

2	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	79
2.1	Расчет объема капитальных вложений	81
2.1.1	Стоимость технологического оборудования	81
2.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования	82
2.1.3	Стоимость инструмента, приспособлений и инвентаря	82
2.1.4	Стоимость эксплуатационных помещений	82
2.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалы	83
2.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве	83
2.1.7	Оборотные средства в запасах годовой продукции	84
2.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	84
2.1.9	Денежные оборотные средства	84
2.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	84
2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	84
2.2.2	Расчет заработной платы производственных работников	85
2.2.3	Отчисления на социальные нужды па заработной плате основных производственных рабочих	86
2.2.4	Расчет амортизации основных фондов	86
2.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	87
2.2.6	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	87
2.2.7	Затраты на силовую электроэнергию	88
2.2.8	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	88
2.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	89
2.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала	89
2.2.11	Прочие расходы	89
2.3	Экономическое обоснование технологического проекта	90
3	Социальная ответственность	91
3.1	Характеристика объекта исследования	94
3.2	Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов	94
3.3.	Обеспечение требуемого освещения	95
3.4	Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места	97
3.5	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	98
3.5.1	Расчет заземления	98
3.6	Психологические особенности поведения человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте	101

3.7	Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	102
3.8	Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	103
	Заключение	106
	Список используемых источников	107
	Приложение А Спецификация на приспособление	109
	Приложение Б Спецификация на приспособление	111
	Приложение В Комплект документов	113
	Диск CD – R в конверте на обороте обложки	В конверте
	ФЮРА.300093.000ПЗ Пояснительная записка	оборота
	ФЮРА.300093.001 Проушина.cdw в формате Компас – 3D v15	обложки
	ФЮРА.300093.002 Карта наладок.cdw в формате Компас – 3D v15	
	ФЮРА.300093.003СБ Приспособление сверлильное.cdw в формате Компас – 3D v15	
	ФЮРА.300093.004СБ Приспособление фрезерное.cdw в формате Компас – 3D v15	
	ФЮРА.300093.005 Развертка.cdw в формате Компас – 3D v15	
	ФЮРА.300093.006 Калибр соосности.cdw в формате Компас – 3D v15	
	Графический материал	На
	ФЮРА.300093.000ПЗ Пояснительная записка	отдельных
	ФЮРА.300093.001 Проушина.cdw в формате Компас – 3D v15	листах
	ФЮРА.300093.002 Карта наладок.cdw в формате Компас – 3D v15	
	ФЮРА.300093.003СБ Приспособление сверлильное.cdw в формате Компас – 3D v15	
	ФЮРА.300093.004СБ Приспособление фрезерное.cdw в формате Компас – 3D v15	
	ФЮРА.300093.005 Развертка.cdw в формате Компас – 3D v15	
	ФЮРА.300093.006 Калибр соосности.cdw в формате Компас – 3D v15	

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является важнейшей отраслью промышленности. Его продукция – машины различного назначения поставляются всем отраслям народного хозяйства. Рост промышленности и народного хозяйства, а также темпы перевооружения их новой техникой в значительной степени зависят от уровня развития машиностроения.

Технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машины, но и непрерывным совершенствованием технологий производства. Актуальность дипломного проекта заключается в улучшении существующего технологического процесса, улучшении времени на механическую обработку, увеличении коэффициента использования материала и загрузки оборудования.

В данном дипломном проекте рассматривается проектирование технологического процесса механической обработки детали проушина, выпускаемая на ООО «Юргинский машзавод» с целью улучшения существующего метода изготовления.

При разработке дипломного проекта решаются следующие задачи: отработка конструкции изделия и детали на технологичность, выбор средств технологического оснащения, нормирование технологических процессов, выбор рационального способа получения заготовки, определение баз, составление технологического маршрута обработки детали, расчет припусков и режимов резания, расчет потребного количества оборудования и коэффициентов его загрузки, конструирование приспособления на операцию, оценка экономической эффективности разработанного и базового технологических процессов.

1 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10300

(Подпись)

Ю.Ю. Пчелинцева

(Дата)

Руководитель
к.т.н, доцент кафедры ТМС

(Подпись)

А.В. Проскоков

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент кафедры ТМС

(Подпись)

А.А. Ласуков

(Дата)

1.1 Анализ существующего производства

На базовом предприятии ООО «Юргинский машзавод» на деталь проушина Т400.06.185.111 разработан единичный технологический процесс. Деталь изготавливают в цехе 44 и 58. При изготовлении применяют различные станки, инструменты, приспособления, схемы базирования. Это значительно увеличивает сроки технологической подготовки производства, увеличивает трудоёмкость, снижает производительность труда. Эти недостатки можно ликвидировать применением современного высокопроизводительного оборудования с ЧПУ, современного режущего инструмента и оснастки.

1.1.1 Назначение и схема управления цеха №58

Во главе цеха стоит начальник, которому подчинены заместитель по производству и заместитель по технической части и оборудованию, начальник БТиЗ и секретарь. Основные обязанности начальника цеха – руководство подготовкой производства, организация труда, подбор и расстановка рабочих кадров, ИТР и служащих, организация выполнения плановых заданий.

В функции заместителя по технической части и оборудованию входят вопросы технической подготовки производства – разработка и внедрение технологических процессов и оснастки, обеспечение участков цеха всей необходимой документацией, технологической оснасткой. Наблюдение за состоянием оборудования осуществляет механик цеха.

В функции заместителя по производству входит оперативное руководство работой цеха.

Участок механика несет всю ответственность по бесперебойной работе оборудования, режущего и вспомогательного инструмента, цеховых приспособлений. Также занимается ремонтом и обслуживанием имеющегося в цехе оборудования.

Участок энергетика обеспечивает работоспособность энергетической части оборудования, освещения, вентиляции, а также ремонт и обслуживание электрооборудования станков, грузоподъемных механизмов (краны, кран балки, укосины).

ПДБ – планово-диспетчерское бюро производит внутрицеховое планирование, выдачу графиков на производственные участки, учет и хранение заготовок и готовых деталей.

Технологическое бюро цеха занимается разработкой, внедрением технологических процессов в цехе, проверкой технологической дисциплины.

Вопросами экономического планирования занимается экономист цеха, а планированием труда и заработной платы – БТиЗ. Бюро труда и зарплаты занимается расчетом и внедрением норм на изготовление продукции цеха, а непосредственно начислением заработной платы всех работающих цеха занимается бухгалтерия. БТиЗ, бухгалтерия и экономисты непосредственно

начальнику цеха не подчиняются. Схема управления цехом представлена на рисунке 1.

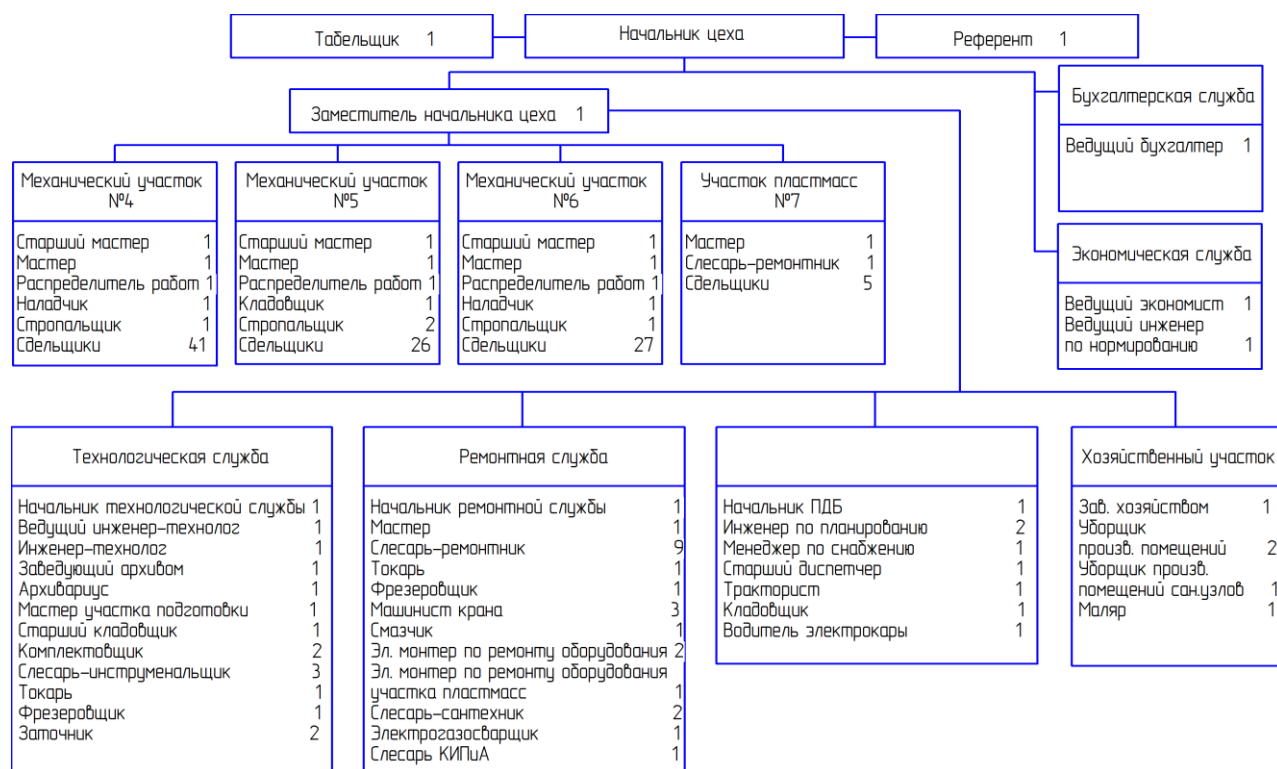


Рисунок 1 Организационная структура управления цеха №58

В цехе 58 организован двухсменный режим работы. Продолжительность рабочего времени каждой смены 8 часов.

Фонд рабочего времени на 2016 год при пятидневной рабочей неделе составляет 1976 часа (247 рабочих дней).

1.1.2 Служебное назначение

В дипломной работе разрабатывается технологический процесс на изготовление проушины с заводским кодом Т400.06.185.111. Проушина Т400.06.185.111, сборочная единица входит в сборку проушины Т400.06.185.110 СБ, сваривается с цилиндром Т400.06.185.200, а собранная труба входит в состав сборки установки основных сборки Т400.06.185.000СБ.

Проектируемая проушина Т400.06.185.111 представляет собой сложную конструкцию, которая укомплектовывается различными деталями типа: поршень, клапан, клапан тормозной, кольцами, заглушками, крышка, штуцерами. Для этого в корпусе предусмотрено значительное количество точно обрабатываемых отверстий, крепежных отверстий.

Корпус изготавливается из стали 30ХГСА ГОСТ 4543 – 71. Химический состав стали приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 30ХГСА ГОСТ 4543 – 71

Химический состав, %				
C	Si	Mn	P	S
0,28-0,34	0,9-1,2	0,8-1,1	не более 0,025	не более 0,025

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства материала

Наименование свойства и единица измерения	Численное значение
Предел текучести σ_T , МПа	490
Временное сопротивление при растяжении σ_B , МПа	1080
Плотность ρ , кг /м ³	$7,85 \cdot 10^3$
Ударная вязкость КСЧ, Дж/ см ²	54
Твёрдость, НВ	212÷248

Технологические свойства:

- температураковки, начала 1240°С, конца 800°С. Заготовки сечением до 50 мм охлаждаются на воздухе;

- свариваемость - ограниченно свариваемая.

Способ сварки:

- ручная дуговая сварка;

-аргона – дуговая сварка под флюсом и газовой защиты;

-электрошлаковая сварка.

Рекомендуется подогрев и последствия термической обработки.

1.1.3 Определение типа производства [1]

Тип производства на данном этапе проектирования технологического процесса определяется ориентировочно. Согласно массе обрабатываемой заготовки и годовой программе выпуска деталей 100 шт., соответствует мелкосерийному типу производства. После разработки технологического процесса механической обработки и числа основного оборудования тип производства подлежит уточнению по коэффициенту закрепления операций (ГОСТ 14.004 – 83).

$$K_{zo} = \frac{P_o}{C} = \frac{F_D}{N \cdot t_{шт-к.ср}}, \quad (1.1)$$

где P_o – количество операций в технологическом маршруте;

C – расчетное количество рабочих мест, необходимых для выполнения годовой программы;

F_D – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час;

N – годовая программа, шт;

$t_{шт.-к.ср.}$ – среднее штучно-калькуляционное время выполнения операции.

Для среднесерийного типа производства определяется размер партии запуска n , шт, по формуле 1.3.

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1.2)$$

a – период запуска в днях, принимаем $a = 3$;

F – число рабочих дней в году, для 2016-го года $F = 247$.

$$n = \frac{110 \cdot 3}{247} = 2 \text{ шт.}$$

Годовая программа выпуска представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Годовая программы выпуска изделия

Наименование изделия	Характеристика, модель	Марка материала	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
				На основную программу	на запасные части	всего	детали	на программу с запасными частями
T400.06.18 5.000	Проушина T400.06.18 5.111	Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71	10	100	10	110	0,143	15,73

1.1.4 Анализ технологичности изделия

Технологичность конструкции деталей обуславливается (по ГОСТ 14.201–83; 14.204–83; 14.205–83):

- рациональным выбором исходных заготовок и материалов;
- простой формы детали;
- рациональной простановкой размеров;
- назначением оптимальной точности размеров, формы и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологичность детали оценивается с точки зрения возможности применения простых инструментов, методов обработки и измерения, удобства и надежности базирования детали для обработки. Технологичность – понятие комплексное. Она оценивается качественно и количественно.

Анализ чертежа детали.

Чертеж содержит два вида детали, а также сечения и выносные элементы. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Деталь не содержит замкнутых размерных цепей. Шероховатость, точность и допуски

пространственных отклонений поверхностей назначены в соответствии с их эксплуатационным назначением. На чертеже поля допусков, обозначения видов, сечений, разрезов и выносных элементов используются в соответствии с новым стандартом. Технические требования на чертеже полностью обоснованы.

1.1.5 Описание базового технологического процесса изготовления изделия

Базовый технологический процесс изготовления проушины Т400.06.185.111 разработан для мелкосерийного производства и имеет структуру, представленную в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Базовый технологический процесс механической обработки проушины

Опера ция	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент
1	2	3
005	Разметка Разместить центр отверстия согласно эскизу оп. 10.	
010	Сверлильная Установить и закрепить деталь. Центровать деталь, выдерживая размеры согласно эскизу.	Станок 2А55Ф1 Центровать деталь, выдерживая размеры согласно эскизу. Сверло 2317 – 0109 ГОСТ 14952 – 75 Штангенциркуль ШЦ-I –125–0,1 ГОСТ 166 – 89 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т
015	Токарная Установить, выверить и закрепить заготовку.	Станок 16К40 Обработать согласно эскизу. Резец 2102 – 0063 ГОСТ 18877 – 73 Штангенглубиномер ШГ–630 –0,05 ГОСТ 162 – 90 Микрометр МК 400 – 1 ГОСТ 6507 – 90 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т
020	Токарная Установить, выверить и закрепить заготовку.	Станок 16К40 Обработать согласно эскизу. Резец 2102 – 0063 ГОСТ 18877 – 73 Штангенглубиномер ШГ–630 –0,05 ГОСТ 162 – 90

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
		Сверло 2317 – 0109 ГОСТ 14952 – 75 Штангенциркуль ШЦ–I –125–0,1 ГОСТ 166 - 89 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т
025	Слесарная	Верстак Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Снять заусенцы, острые кромки притупить. Маркировать номер заказа, чертежное обозначение детали на бирке.
030	Фрезерная с ЧПУ Установить деталь в УСП и закрепить.	Станок 65А60Ф4 – 11 Обработать согласно эскизу. Фреза 2223 – 0507 ГОСТ 20537 – 75 Индикатор ГОСТ 577 – 68 Штангенциркуль ШЦ–III –400–0,1 ГОСТ 166 – 89 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т
035	Слесарная	Верстак Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Снять заусенцы, острые кромки притупить.
040	Токарная Установить деталь в 4 – кулачковый патрон и люнет, обкататься и закрепить.	Станок 16К40 Обработать согласно эскизу. Резец 2102 – 0063 ГОСТ 18877 – 73 Резец 2103 – 0077 ГОСТ 18879 – 73 Резец 007 – 2476 ВИ – 105 – 73 Штангенциркуль ШЦ–III –400–0,1 ГОСТ 166 – 89 Микрометр МК 200 – 1 ГОСТ 6507 - 90 Штангенглубиномер ШГ–630 –0,05 ГОСТ 162 – 90 Штангенглубиномер ШГ–160 –0,10 ГОСТ 162 – 90 Штангенциркуль ШЦ–I –125–0,1 ГОСТ 166 – 89 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т
043	Слесарная	Верстак Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Разместить деталь согласно эскизу.

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
045	Контроль	Плита 1 – 3 – 1600×630 ГОСТ 10905 - 86
047	Слесарная	Верстак Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Снять заусенцы, острые кромки притупить.
048	Фрезерная Установить, выверить и закрепить деталь по плоскости.	Станок 6А59 Обработать согласно эскизу. Фреза 160 СТП 406 – 1454 – 79 Штангенглубиномер ШГ–300 –0,10 ГОСТ 162 – 90 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т
049	Слесарная	Верстак Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Снять заусенцы, острые кромки притупить.
050	Фрезерная Установить деталь в 3 – кулачковый патрон, поджать задним центром и закрепить.	Станок 2Е470 Обработать согласно эскизу. Оправка 6230 – 0336 ГОСТ 13044 – 85 Сверло 20 СТП 406 – 1234 – 76 Сверло Ø8 2301 – 0015 ГОСТ10903 – 76 Сверло 011 – 715 Сверло Ø25 2301 –0087 ГОСТ1090 – 76 Сверло Ø36 2301 – 0025 ГОСТ10903 – 76 Зенкер 027 – 748 Зенкер Ø38 020 – 1076 Цапфа 226 – 413 Развертка Ø38 030 – 2181 Развертка Ø38 030 – 2182 Развертка Ø40,43/Ø45Н9 Фреза 055 – 911 Метчик М42×1,5 043 – 412 Пробка п/р М42×1,5 – 7Н СТП 406 – 4307 – 82 Пробка 8221 – 0142 7Н ГОСТ 17756 – 72 Пробка 8221 – 1142 7Н ГОСТ 17756 – 72 Калибр соосности 150 – 2481 ВИ – 673 – 74 Индикатор ГОСТ 577 – 68

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
		<p>Штангенциркуль ШЦ-I –125–0,1 ГОСТ 166 – 89 Штангенглубиномер ШГ–160–0,05 ГОСТ 162 – 90 Шаблон 45 СТП 406 – 4323 – 75 Шаблон 5 СТП 406 – 4342 – 76 Штангенглубиномер СТП406–4350–76 Нутромер 101 – 923 Пробка 8Н14 СТП 406 – 4307 – 82 Пробка 24Н8 СТП 406 – 4307 – 82 Пробка 38Н9 СТП 406 – 4307 – 82 Пробка 45Н9 СТП 406 – 4307 – 82 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т</p>
052	Слесарная	<p>Верстак Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Снять заусенцы, острые кромки притупить. Маркировать отв. Ш и П согласно эскизу.</p>
054	<p>Фрезерная с ЧПУ Установить деталь в 3 – кулачковый патрон, поджать и закрепить.</p>	<p>Обрабатывающий центр СW – 1000 Обработать деталь с поворотом стола в четыре позиции по У/П, выдерживая размеры согласно эскизу. Оправка 6230 – 0336 ГОСТ 13044 – 85 Фреза 80×310 СТП 406 – 1457 – 79 Фреза 2220 – 0013 ГОСТ 17025 – 71 Фреза 055 – 911 Индикатор ГОСТ 577 – 68 Штангенциркуль ШЦ– Ш –400–0,1 ГОСТ 166 – 89 Штангенциркуль ШЦ– I –125–0,1 ГОСТ 166 – 89 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т</p>
055	Слесарная	<p>Верстак Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Снять заусенцы, притупить острые кромки. Маркировать номер заказа, чертежное обозначение детали согласно эскизу.</p>

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
060	Сверлильная с ЧПУ Установить деталь и закрепить.	Вертикально – обрабатывающий центр VMC Обработать отверстия по У/П, выдерживая размеры согласно эскизу. Сверло 20 СТП 406 – 1234 – 76 Сверло Ø8 2301 – 0015 ГОСТ10903 – 77 Фреза 8 08R4H64 – 20A08 – C2 SUMA Фреза регулируемая фасочная 10° – 80° 2636 – 05 – 25 Pramet Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т
065	Слесарная	Верстак Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Снять заусенцы, притупить острые кромки.
070	Сверлильная Установить деталь и закрепить.	Станок 2А55Ф1 Сверлить отверстия, выдерживая размеры согласно эскизу. Сверло 2301 – 0015 ГОСТ10903 – 77 Сверло 2300 – 0312 ГОСТ10902 – 77 Сверло 011 – 935 ВИ – 3 – 78 Штангенциркуль ШЦ– I –125–0,1 ГОСТ 166 – 89 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т
075	Сверлильная Установить деталь и закрепить.	Станок 2А55Ф1 Сверлить отверстия, выдерживая размеры согласно эскизу. Сверло 2301 – 0015 ГОСТ10903 – 77 Сверло 011 – 935 ВИ – 3 – 78 Штангенциркуль ШЦ– I –125–0,1 ГОСТ 166 – 89 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т
080	Сверлильная Установить деталь и закрепить.	Станок 2А55Ф1 Сверлить отверстия, выдерживая размеры согласно эскизу. Сверло 2301 – 0015 ГОСТ10903 – 77 Сверло 011 – 935 ВИ – 3 – 78 Штангенциркуль ШЦ– I –125–0,1 ГОСТ 166 – 89 Очки ГОСТ 12.4.013–85

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3
		Тара 505–178 Кран укосина 1 т
085	Разметка Разместить паз согласно эскизу	
090	Фрезерная Установить деталь и закрепить.	Станок 65А60Ф4 – 11 Фрезеровать паз, выдерживая размеры согласно эскизу. Фреза 63×5×400 СТП 406 – 1425 – 78 Штангенциркуль ШЦ– I –125–0,1 ГОСТ 166 – 89 Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Кран укосина 1 т
095	Слесарная	Верстак Очки ГОСТ 12.4.013–85 Тара 505–178 Снять заусенцы, притупить острые кромки. Нарезать резьбу К1/8, выдерживая размеры согласно эскизу. Метчик К1/8 2680–0003 ГОСТ6227–80 Пробка 1/8 СТП 406 – 4212 – 77
100	Контроль	Плита 1 – 3 - 1600×630 ГОСТ10905–86

Базовый технологический процесс – пооперационный, разработан для мелкосерийного производства. Способ получения заготовки – свободнаяковка на молотах, поковка класса точности 16Т-17Т. Данный способ экономически оправдан в условиях мелкосерийного производства.

При разработке выпускной квалификационной работы необходимо использовать, по возможности, более современные станки, либо станки с ЧПУ, что позволит повысить точность и качество поверхности. При изготовлении детали используются как стандартные (тиски), так и специальные приспособления. Широко применяется стандартизованный режущий инструмент: фрезы концевые, сверла, зенковки, резцы, метчики. Материал режущей части Р6М5, Т15К6, ВК8. Режимы резания соответствуют материалу режущей части инструмента. Возможно применение более прогрессивных конструкций режущих инструментов и инструментальных материалов.

По ходу технологического процесса механической обработки деталь на первых операциях базируется на черновые базы – на необработанные плоскости.

В общем, базовые технологические процессы вполне технологичны в условиях ООО «Юргинский машзавод». По ходу выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать свой технологический процесс механической обработки детали на основе базового.

1.2 Формулировка проектной задачи

Используя сведения, полученные при анализе типового технологического процесса механической обработки, можно сделать вывод, что он может быть использован только в условиях мелкосерийного производства.

Задачей данного курсового проекта является разработка нового технологического процесса, применяемого для среднесерийного типа производства.

Критически анализируя базовый технологический процесс механической обработки, необходимо применять более прогрессивные виды оборудования и технологической оснастки, тем самым добиться повышения производительности труда и уменьшения себестоимости продукции.

При разработке технологического процесса механической обработки универсальные станки нужно заменить станками с ЧПУ (используемые при многостаночном обслуживании), универсальные приспособления по необходимости заменить специальными, применять современные виды инструментов, если необходимо – спроектировать специальный инструмент, использовать более точные методы получения заготовки, повышая коэффициент использования материала и снижая припуски на механическую обработку.

После составления маршрута обработки в данном курсовом проекте разрабатывается каждая операция с выбором оборудования и средств технологического оснащения.

В конструкторской части данного курсового проекта необходимо спроектировать приспособление на одну из операций технологического процесса. Приспособление, по возможности, должно быть оснащено механизированным приводом. Также производится расчет приспособления на точность, силовой расчет и выбор параметров привода.

Организационная часть курсового проекта включает в себя нормирование технологического процесса механической обработки, расчет потребного количества оборудования и коэффициента его загрузки.

1.3 Поиск оптимального варианта решения проектной задачи

При разработке технологического процесса механической обработки, следует стремиться к построению наиболее экономичного варианта изготовления изделия, не снижая её качества.

Проектируя технологический маршрут обработки, следует придерживаться следующих принципов:

- по возможности не проектировать обработку на уникальных станках, применение дорогостоящих станков должно быть технологически и экономически обосновано;

- использовать типовые процессы обработки деталей с целью экономии труда и времени технологической подготовки производства;
- обрабатывать наибольшее количество поверхностей детали за одну установку.

В качестве заготовки необходимо выбрать литье, как наиболее полно удовлетворяющий предъявляемым требованиям к детали. Так же необходимо выбрать наиболее экономичный способ резки заготовки позволяющий избежать дополнительной зачистки торцевой поверхности и потерю металла на разрезание.

1.4 Специальная часть

Классификация СОТС

Смазочно-охлаждающие технологические средства по своему агрегатному состоянию подразделяются на 4 основных класса:

- газообразные СОТС;
- пластичные СОТС (технологические смазки);
- жидкие СОТС (СОЖ, или смазочно-охлаждающие жидкости);
- твердые СОТС.

В качестве газообразных СОТС могут применяться нейтральные (гелий, аргон, азот) или активные (кислород, углекислый газ, воздух) газы. Активные газы, взаимодействуя с обрабатываемой металлической поверхностью, образуют на ней оксидную пленку, которая дополнительно защищает поверхности трения от износа. На практике газообразные смазочно-охлаждающие технологические средства не получили широкого распространения из-за сложности применения.

Пластичные СОТС обычно используют при ручной обработке металлов – при нарезании резьбы, полировании, сверлении дрелью, обработке напильником и т.д. Основное ограничение в применении пластичных СОТС связано со сложностью их подведения в зону резания, невозможностью их сбора и очистки для повторного использования, низкой эффективностью теплоотвода. В качестве пластичных смазочно-охлаждающих технологических средств обычно используют пластичные смазки на мыльных, углеводородных или неорганических загустителях.

В качестве твердых СОТС используют минеральные материалы слоистой структуры (графит, дисульфид молибдена, тальк, слюда), мягкие металлы (свинец, медь, олово) или органические соединения (воски, мыла, твердые жиры, полимеры). Эти смазочно-охлаждающие составы наносят в качестве покрытий на обрабатываемую поверхность или инструмент и применяют при высоких нагрузках и температурах, когда применение других видов СОТС оказывается невозможным или затруднительным. При нормальных условиях обработки твердые СОТС обычно не применяют в связи с невысокой эффективностью теплоотвода и сложностью применения.

1.5 Технологическая часть

1.5.1 Выбор заготовки и метода ее получения

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассматриваются два альтернативных варианта. Оптимальным вариантом для детали является метод получения заготовки – штампованная поковка и прокат.

Различают штамповку в открытых и закрытых штампах (облойная и безоблойная). Выбираем штамповку в открытых штампах, так как заусенец не образуется по линии разъема штампа и поэтому не требуется вводить операцию обрезки заусенца.

Заготовка из проката будет иметь вид цилиндра.

Рассматриваем два варианта получения заготовки.

1.5.1.1 Штамповка в открытых штампах [14].

Материал – Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-871.

Оборудование – Кривошипные горячештамповочные прессы.

Нагрев заготовок – индукционный.

Масса детали – 143 кг.

Определяем группу стали: для сталей содержащих более 0,35 % углерода назначается группа стали М2.

Степень сложности определяем в следующей последовательности: минимальная масса простой фигуры, в которую вписывается деталь:

$$m_{\text{пр}} = \pi r^2 \cdot h \cdot \rho = 3,14 \cdot 1,55^2 \cdot 4,48 \cdot 7,85 = 265,3 \text{ кг.} \quad (1.3)$$

Ориентировочная масса заготовки рассчитывается по формуле (1.4):

$$m_z = 143 \cdot 1,3 = 185,9 \text{ кг.} \quad (1.4)$$

Коэффициент сложности рассчитывается по формуле (1.5)

$$K_c = \frac{185,9}{265,3} = 0,7. \quad (1.5)$$

Учитывая коэффициент сложности, принимаем степень сложности С1.

Принимаем степень точности Т4.

Исходный индекс – 16.

Конфигурация поверхности разъема штампа – плоская.

Размеры поковки представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Размеры поковки

Размер детали, мм	Размер заготовки, мм	Припуски на механическую обработку, мм	Общие припуски, мм
1	2	3	4
254 ₋₁	261 ^{+3,3} _{-1,7}	2,6	6,8
176 ± 0,5	183 ^{+3,0} _{-1,5}	2,4	6,4
310 _h 14	317 ^{+3,3} _{-1,7}	2,6	6,8

Продолжение таблицы 1.5

1	2	3	4
448/14	$456^{+3,7}_{-1,9}$	2,8	7,2
$268 \pm 0,5$	$275^{+3,3}_{-1,7}$	2,6	6,8

Объём облоя:

$$V_0 = 0,1 \cdot V_3 = 0,1 \cdot 23172 = 2317,2 \text{ см}^3. \quad (1.6)$$

Объём поковки с учётом величины облоя:

$$V_{\Pi} = V_3 + V_0, \quad (1.7)$$

$$V_{\Pi} = 23172 + 2317,2 = 25489,2 \text{ см}^3.$$

Масса поковки с учётом величины облоя:

$$G_{\Pi} = 25489,2 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 198,8 \text{ кг}.$$

Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле (1.8).

С учётом величины облоя:

$$K_{\text{им}} = m_0 / m_3 = 143 / 198 = 0,72. \quad (1.8)$$

Без учёта величины облоя:

$$K_{\text{им}} = 143 / 180,7 = 0,79.$$

1.5.1.2. Заготовка из проката [15].

Припуск на обработку двух торцевых поверхностей заготовки:

$$2z_{\text{торц}} = D_{\text{пр}} - D_{\text{д}}, \quad (1.9)$$

где $D_{\text{пр}}$ - диаметр проката, мм;

$D_{\text{д}}$ - диаметр детали, мм.

Припуски на обработку наружных поверхностей для диаметра 310 мм при длине 448 мм: черновой $2z_{\text{черн}} = 7,5$ мм, чистовой $2z_{\text{чист}} = 2,5$ мм.

Расчетный диаметр заготовки:

$$D_{\text{рз}} = D + 2z_{\text{черн}} + 2z_{\text{чист}}, \quad (1.10)$$

Подставляем значения в уравнение:

$$D_{\text{рз}} = 310 + 7,5 + 2,5 = 320 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр проката равный 320 мм.

Общая длина заготовки:

$$L_3 = L_{\text{д}} + 2z_{\text{торц}}, \quad (1.11)$$

$$L_3 = 448 + 10 = 458 \text{ мм}.$$

Принимаем Круг 320–В ГОСТ 2590–88 стали 30ХГСА ГОСТ 4543–71.

Точность горячекатаного сортового проката ориентировочно соответствует 11 – 14 качеству. Получение заготовки из проката служит резка дисковыми пилами на обрешных станках. Точность резки $\pm 0,4$ - $\pm 3,0$ мм.

Общая кривизна прутка для горячекатаного проката составляет не более 0,5% от длины, равное 2,3 мм.

Объем заготовки из проката:

$$V_{\text{пр}} = \pi r^2 \cdot h = 3,14 \cdot 160^2 \cdot 460 = 36976,6 \text{ см}^3. \quad (1.12)$$

Масса заготовки:

$$G_{\text{п}} = 36976 \cdot 7,8 \cdot 10^{-3} = 287 \text{ кг}.$$

Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле (1.8).

$$K_{\text{им}} = 143/287 = 0,49.$$

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$S_{\text{т}} = \frac{m_{\text{д}}}{K_{\text{им}}} \cdot [C_{\text{заг}} + C_{\text{с}}(1 - K_{\text{им1}})], \quad (1.13)$$

где $m_{\text{д}}$ – масса детали, кг;

$K_{\text{им}}$ – коэффициент использования материала с учётом заусенца при открытой штамповке;

$K_{\text{им1}}$ – коэффициент использования материала без учёта заусенца при открытой штамповке;

$C_{\text{заг}}$ – удельная стоимость материала заготовки, руб/кг;

$C_{\text{с}}$ – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке, руб/кг.

Стоимость материала заготовки для поковки из стали Сталь 30ХГСА составляет: $C_{\text{заг}} = 36 \text{ руб/кг}$.

Средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке составляет 0,495 руб/кг, принимая коэффициент инфляции равным 11, получаем: $C_{\text{с}} = 5,445 \text{ руб/кг}$.

При открытой штамповке:

$$S_{\text{т1}} = \frac{143}{0,79} \cdot [36 + 5,445(1 - 0,79)] = 6723,4 \text{ руб}.$$

Заготовка из проката:

$$S_{\text{т2}} = \frac{143}{0,49} \cdot [36 + 5,445(1 - 0,49)] = 11316,7 \text{ руб}.$$

Технологическая себестоимость обоих вариантов заготовки сопоставима, однако заготовка из проката имеет ряд преимуществ, не учитываемых при расчётах. Заготовку из проката гораздо проще получить и нет необходимости в изготовлении штампа. Учитывая эти факторы, в качестве заготовки выбираем заготовку из проката.

1.5.2 Выбор технологических баз и разработка схем базирования

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров поверхностей, полученных в процессе обработки, выбор режущего и мерительного инструмента, станочных приспособлений, производительность обработки.

В качестве технологических баз при обработке корпуса используются следующие поверхности.

Операция 005 Токарная

Заготовка базируется в трехкулачковом патроне с упором в торец. Данная схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Погрешность базирования на размер $12^{+0,5}$ равно 1, на размер диаметра $6,3$ мм равно 0.

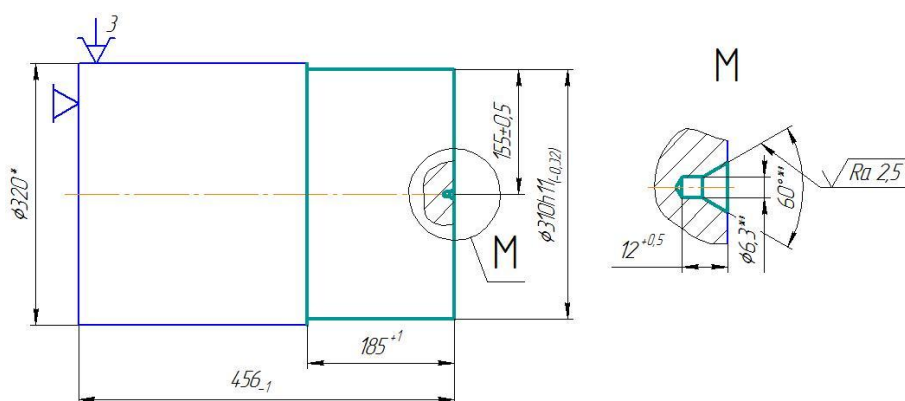


Рисунок 2 Схема установки для 005 операции

Операция 010 Токарная

Заготовка базируется в трехкулачковом патроне с упором торец. Данная схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Погрешность базирования на линейные размеры равно 0,5 мм, на диаметральные равно 0.

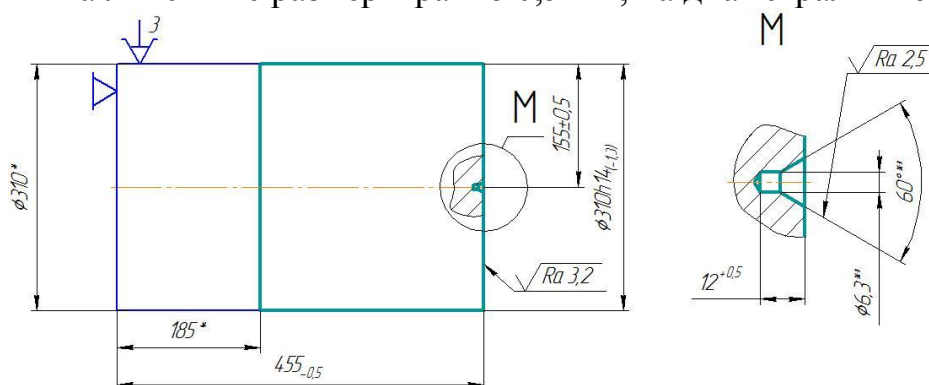


Рисунок 3 Схема установки для 010 операции

Операция 015 Токарная

Заготовка базируется в трехкулачковом патроне с упором в торец. Данная схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Погрешность базирования на линейные размер $\varepsilon_6=0,5$ мм, на размер диаметральные $\varepsilon_6=0$.

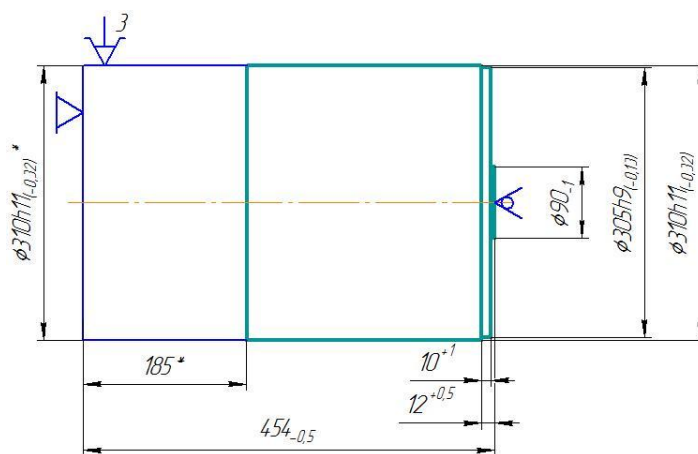


Рисунок 4 Схема установки для 015 операции

Операция 025 Фрезерная

Заготовка базируется в трехкулачковый с упором в торец и поджатием задним центром. Данная схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Погрешность базирования на размер 185 мм $\varepsilon_6 = 0$, на размеры 180$_{-0,4}^{+0,4}$ мм и 256$_{-0,4}^{+0,4}$ мм $\varepsilon_6 = 0,32$ мм.

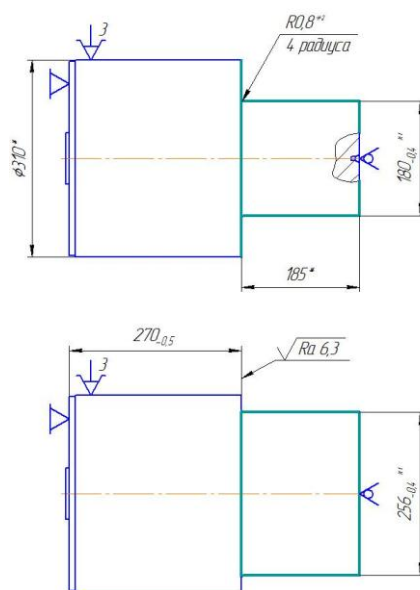


Рисунок 5 Схема установки для 025 операции

Операция 035 Токарная с ЧПУ

Заготовка базируется в четырехкулачковый патрон с упором в торец и люнет. Данная схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Погрешность базирования на линейные размеры $\varepsilon_6 = 0$, на диаметральные $\varepsilon_6 = 0,4$ мм.

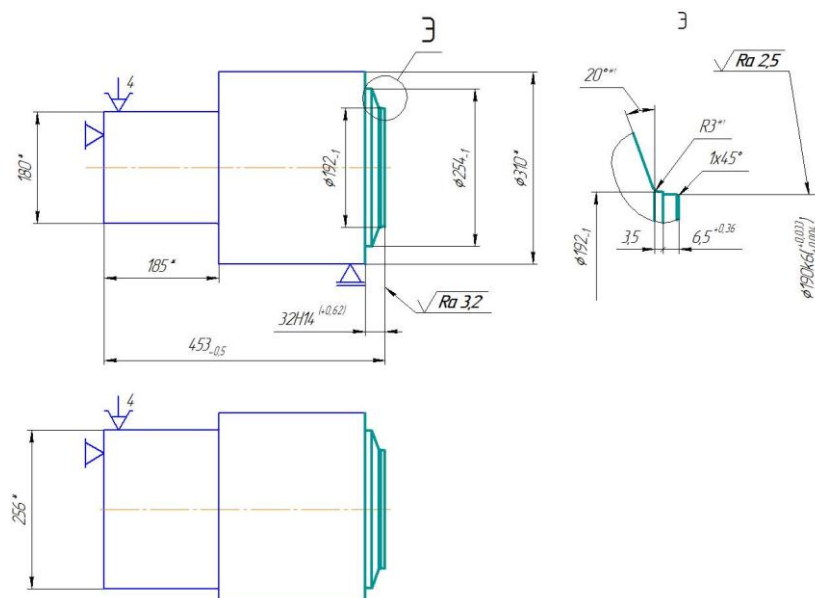


Рисунок 6 Схема установки для 045 операции

Операция 045 Сверлильная с ЧПУ

Заготовка базируется на плоскости с упором в торец и подводной опоры. Данная схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Погрешность базирования $\varepsilon_6 = 0,4$ мм.

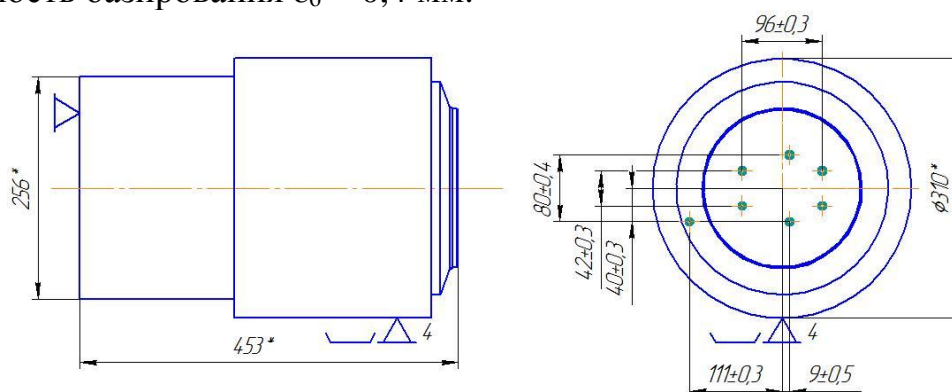


Рисунок 7 Схема установки для 035 операции

Операция 055 Фрезерная

Заготовка базируется на плоскость с упором в торец и подводной опорой. Данная схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Погрешность базирования $\varepsilon_6 = 0,4$ мм.

Установ А

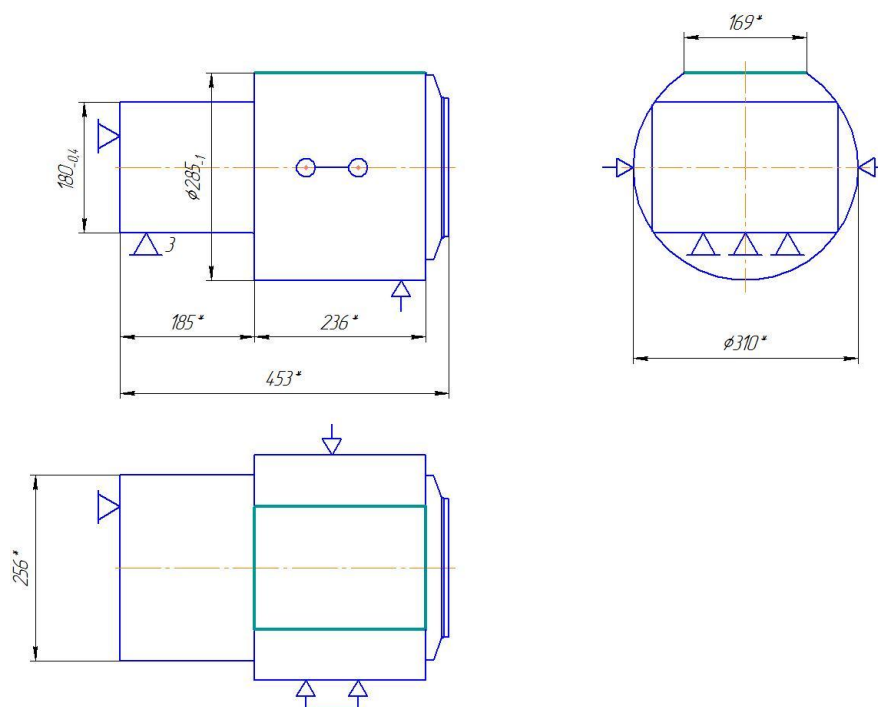


Рисунок 8 Схема установки для 055 операции (установ А)

Установ Б

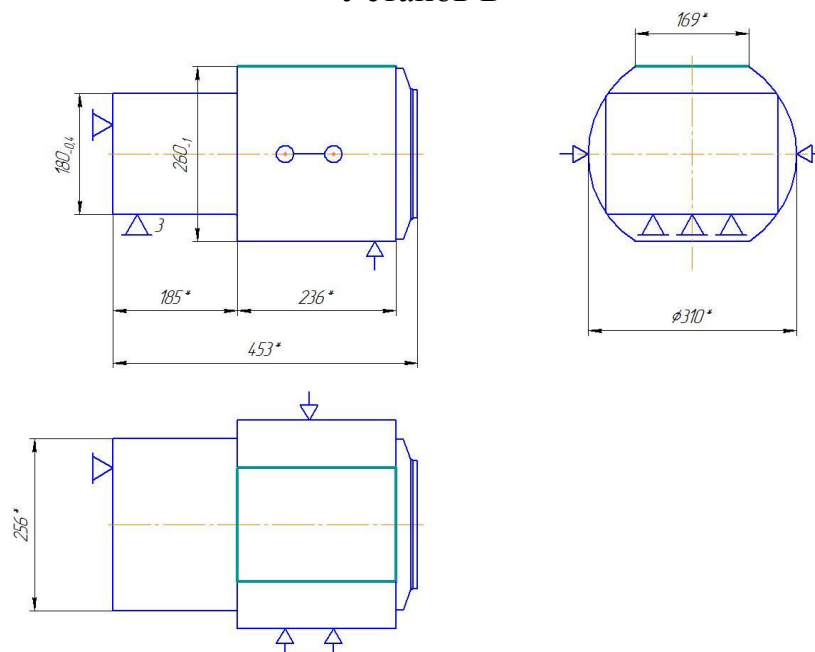


Рисунок 9 Схема установки для 055 операции (установ Б)

Операция 065 Фрезерная

Заготовка базируется в специальном приспособлении. Данная схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Погрешность базирования $\varepsilon_6 = 0,4$ мм.

Установ А

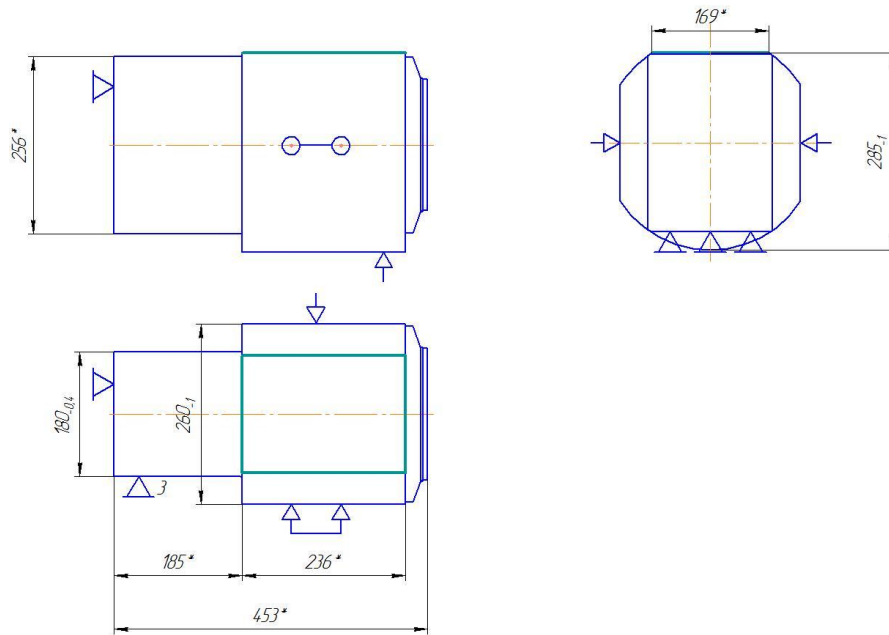


Рисунок 10 Схема установки для 065 операции (установ А)

Установ Б

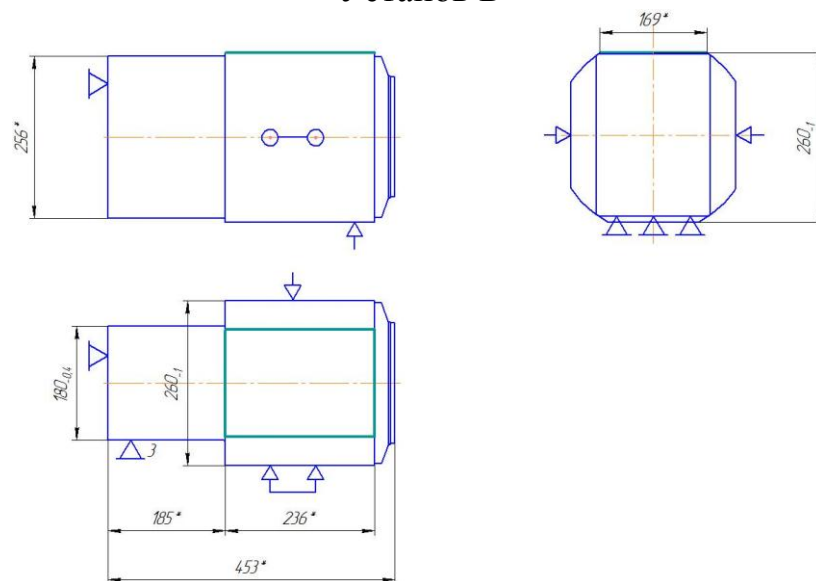


Рисунок 11 Схема установки для 065 операции (установ Б)

Операция 075 Вертикально – фрезерная с ЧПУ

Заготовка базируется в трех кулачковый патрон с упором в торец и поджатием задним центром. Данная схема базирования лишает заготовку пяти степеней свободы. Погрешность базирования на линейные размеры $\varepsilon_6 = 0,5$ мм, на размеры, относительно диаметра 190k6, $\varepsilon_6 = 0,033$ мм.

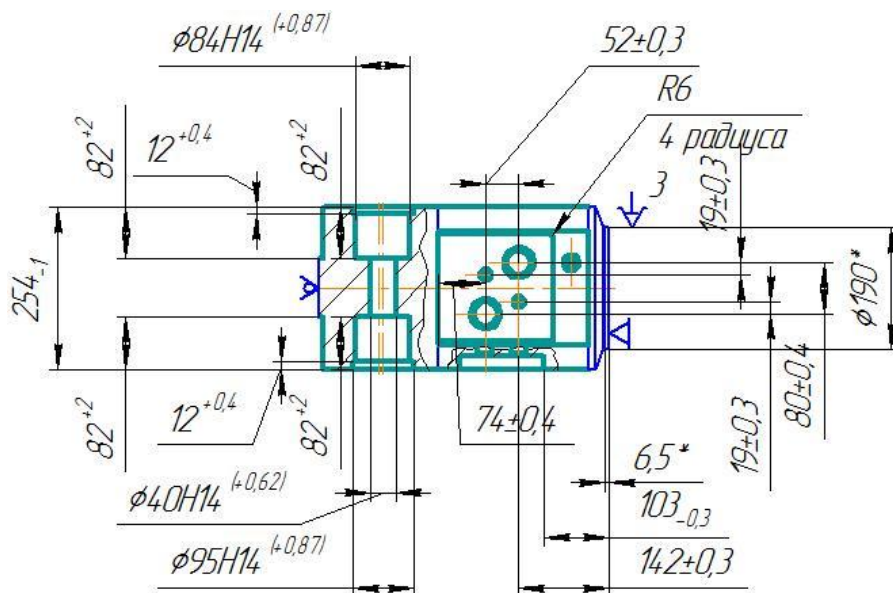


Рисунок 12 Схема установки для 075 операции

Операция 085 Сверлильная с ЧПУ

Базирование осуществляется на плоскость и два пальца Ø24f7— цилиндрический и ромбический, в специальное приспособление (рисунок 7).

Допуски и посадки при установке заготовки двумя цилиндрическими отверстиями с параллельными осями на цилиндрический и срезанный палец. Максимальное боковое смещение вдоль линии центров пальцев равно половине максимального зазора $S_{\max}/ц$ между цилиндрическим пальцем и соответствующим отверстием в заготовке.

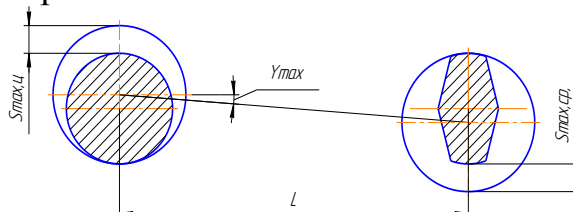


Рисунок 13 Схема установки на два пальца

Технологическое отверстие в заготовке выполняем диаметром 24H8, верхнее отклонение +0,033.

Цилиндрический и срезанный палец выполняют в размер диаметром 24f7; верхнее отклонение -0,02, нижнее отклонение -0,041.

$$S_{\max ц} = \frac{(S_{\max} + S_{\min})}{2}, \quad (1.14)$$

$$S_{\max ц} = \frac{(0,033 + 0,041)}{2} = 0,037 \text{ мм.}$$

Максимальное боковое смещение заготовки по нормали к линии центров пальцев равно большому из двух значений $0,5S_{\max ц}$ или $0,5S_{\max сп}$.

В нашем случае максимальное боковое смещение заготовки к линии центров пальцев будет равно максимальному боковому смещению вдоль линии центров пальцев и равно 0,0465 мм.

Максимальное угловое смещение находим по формуле:

$$Y_{\max} = \arctg \cdot \left(0,5 \cdot \frac{S_{\max} + S_{\max}}{L} \right), \quad (1.15)$$

$$Y_{\max} = \arctg \cdot \left(0,5 \cdot \frac{0,037 + 0,037}{448} \right) = 0,00212^\circ.$$

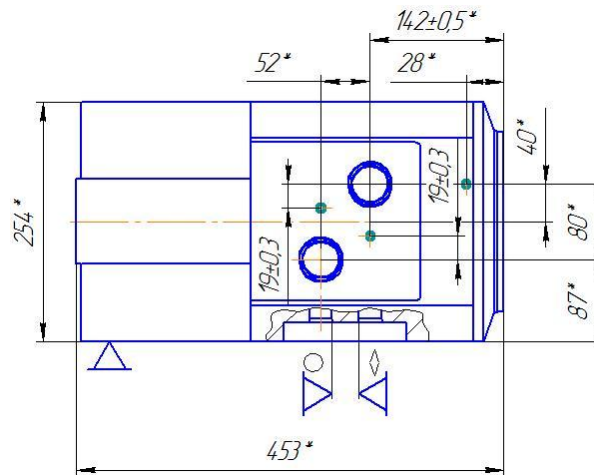


Рисунок 14 Схема установки для 085 операции

Операция 095 Радиально – сверлильная

Заготовка базируется на плоскости с поджатием заготовки в тисках. Данная схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Погрешность базирования на линейные размеры $\varepsilon_6 = 1$ мм, на диаметральные размеры $\varepsilon_6 = 1$ мм.

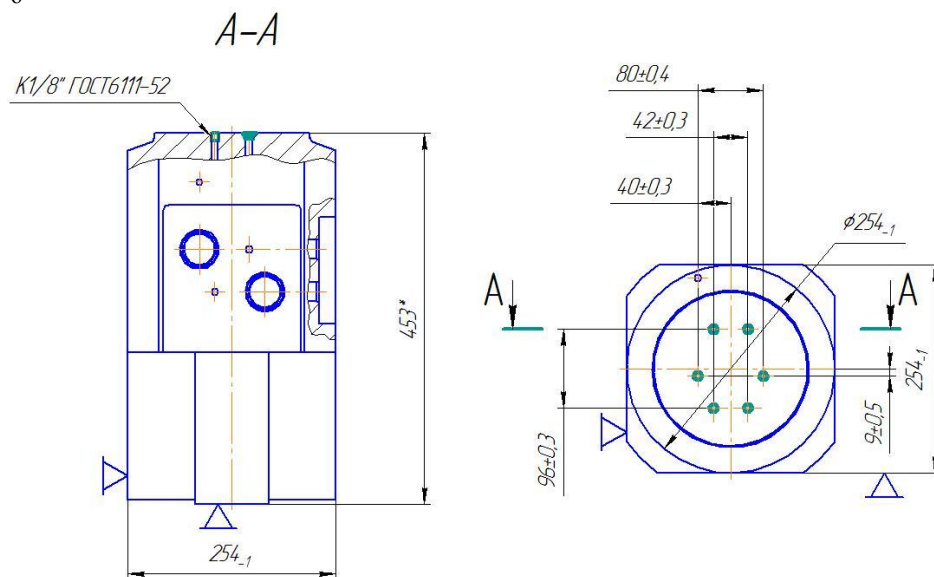


Рисунок 15 Схема установки для 095 операции

Операция 105 Радиально – сверлильная

Заготовка базируется в специальном приспособлении. Данная схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Погрешность базирования на линейные размеры $\varepsilon_6 = 1$ мм, на диаметральные размеры $\varepsilon_6 = 1$ мм.

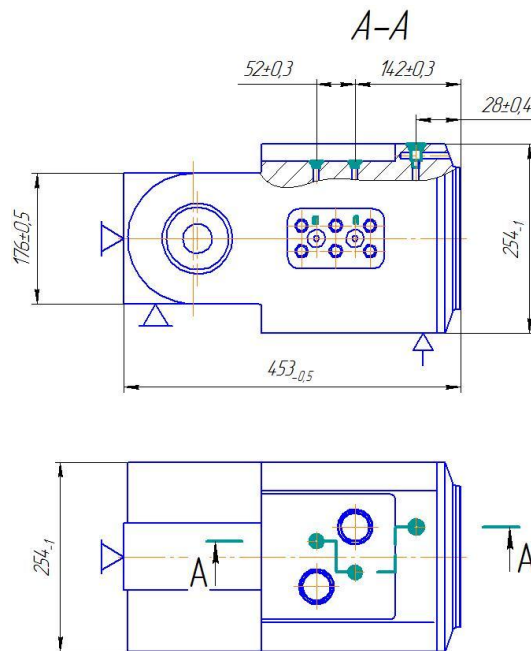


Рисунок 16 Схема установки для 105 операции

Операция 115 Фрезерная с ЧПУ

Заготовка базируется на плоскости с поджатием заготовки в тисках. Данная схема базирования лишает заготовку шести степеней свободы. Погрешность базирования на размер $268 \pm 0,5$ $\varepsilon_6 = 0$, на размер 94H14 $\varepsilon_6 = 0,5$ мм.

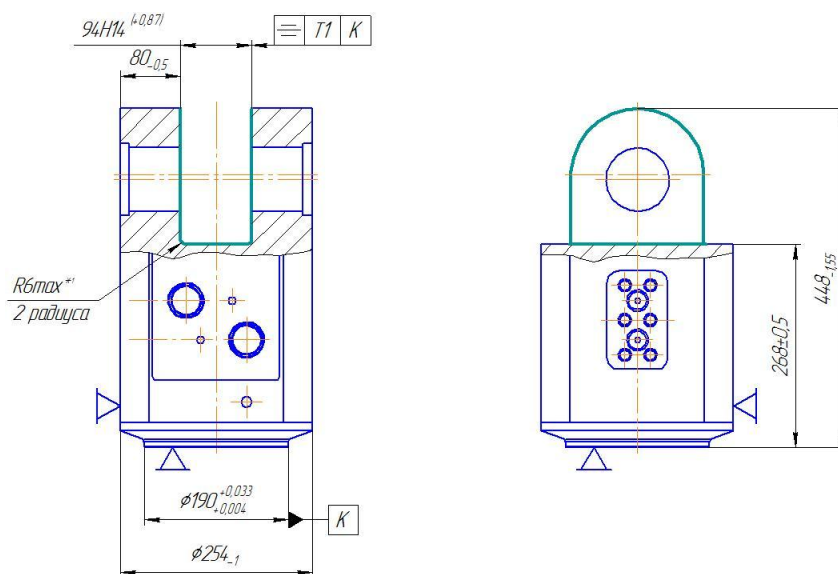


Рисунок 17 Схема установки для 095 операции

1.5.3 Составление технологического маршрута

Структура процесса механической обработки корпуса представлена в таблице 1.6.

Таблица 1.6 –Технологический процесс механической обработки корпуса

Операция	Содержание операции	Оборудование
1	2	3
005 Токарная	Точить торец Ø320 мм, 456 ⁻¹ мм, Центровать отверстие в размер Ø6,3 мм, 14Н12 ^{+0,18} с образованием угла 60°, Точить поверхность в размер Ø310h11 ^{-0,32} мм, 185 ⁺¹ мм.	Токарный станок CW6163
010 Токарная	Точить торец Ø320 мм, 455 ^{-0,5} мм, Точить поверхность в размер Ø310h14 ^{-0,32} мм, Центровать отверстие в размер Ø6,3 мм, 14Н12 ^{+0,18} с образованием угла 60°.	Токарный станок CW6163
015 Токарная	Точить поверхность в размер Ø310h11 ^{-0,32} мм, Точить поверхность в размеры Ø305h9 ^{-0,13} мм.	Токарный станок CW6163
020 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	Верстак
025 Фрезерная	Фрезеровать плоскости с поворотом приспособления на четыре позиции, выдерживая размеры согласно эскизу.	Фрезерный станок 654
030 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	Верстак
035 Токарная с ЧПУ	Точить поверхность в размер Ø254 ^{-0,32} мм, 32Н14 ^{+0,62} мм, Точить поверхность в размер Ø192 ⁻¹ мм, 10 ^{+0,36} мм с получением угла 20° и R3, Точить поверхность в размер Ø190k6 мм, 6,5 ^{+0,36} , Точить фаску 1×45°.	Токарный станок с ЧПУ 200НТ
040 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	Верстак
045 Сверлильная с ЧПУ	Сверлить отверстие в размер Ø8Н14 ^{+0,36} мм, 210 ⁺¹ мм, Сверлить отверстие в размер Ø8Н14 ^{+0,36} мм, 142 ⁺¹ мм, Сверлить отверстие в размер Ø8Н14 ^{+0,36} мм, 210 ⁺¹ мм, Сверлить отверстие в размер Ø8Н14 ^{+0,36} мм, 210 ⁺¹ мм,	Станок глубокого сверления EST – 500

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3
	Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8H14+0,36$ мм, $194+1$ мм, Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8H14+0,36$ мм, $210+1$ мм, Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8H14+0,36$ мм, $100+1$ мм.	
025 Фрезерная	Фрезеровать плоскости с поворотом приспособления на четыре позиции, выдерживая размеры согласно эскизу.	Фрезерный станок 654
030 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	Верстак
035 Токарная с ЧПУ	Точить поверхность в размер $\varnothing 254_{-0,32}$ мм, $32H14^{+0,62}$ мм, Точить поверхность в размер $\varnothing 192_{-1}$ мм, $10^{+0,36}$ мм с получением угла 20° и R3, Точить поверхность в размер $\varnothing 190k6$ мм, $6,5^{+0,36}$, Точить фаску $1 \times 45^\circ$.	Токарный станок с ЧПУ 200НТ
040 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	Верстак
045 Сверлильная с ЧПУ	Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8H14^{+0,36}$ мм, 210^{+1} мм, Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8H14^{+0,36}$ мм, 142^{+1} мм, Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8H14^{+0,36}$ мм, 210^{+1} мм, Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8H14^{+0,36}$ мм, 210^{+1} мм, Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8H14^{+0,36}$ мм, 194^{+1} мм, Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8H14^{+0,36}$ мм, 210^{+1} мм, Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8H14^{+0,36}$ мм, 100^{+1} мм.	Станок глубокого сверления EST – 500
050 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	Верстак
055 Фрезерная	Установ А Фрезеровать поверхность 169×236 мм. Установ Б Фрезеровать поверхность 169×236 мм.	Фрезерный станок 654
060 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
065 Фрезерная	Установ А Фрезеровать поверхность 169×236 мм. Установ Б Фрезеровать поверхность 169×236 мм.	Фрезерный станок 654
070 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
075 Вертикально – фрезерная с ЧПУ	Позиция I, II: Фрезеровать поверхность в размеры $80^{+0,5} \times 130^{+0,5}$ мм, Сверлить отверстие в размер $\varnothing 58H14$ мм, 125^{+2} мм. Фрезеровать проушину $R88 \pm 0,3$ мм, Зенкеровать отверстие в размер $\varnothing 23,8H9$ мм, $21^{+0,52}$. Фрезеровать отверстие в размер $\varnothing 84^{+0,87}$ мм, 82^{+2} мм. Фрезеровать отверстие в размер $\varnothing 95^{+0,87}$ мм, $12^{+0,4}$ мм. Рассверлить отверстие в размер $\varnothing 23,5H14$ мм, $21^{+0,52}$ мм. Развернуть отверстие в размер $\varnothing 24H8$ мм, $21^{+0,5}$ мм. Центровать 6 отв. M16 – 7H. Рассверлить отверстие $\varnothing 13,9$ мм, 30^{+1} мм.	Вертикально – фрезерный обрабатывающий центр VMC-2100

Продолжение таблицы 1.6

1	2	3
	<p>Зенковать фаски $2 \times 45^\circ$ в 6 отв. $\varnothing 13,9^{+0,4}$ мм</p> <p>Фрезеровать резьбу в размер М16 – 7Н, 24 мм.</p> <p>Позиция III, IV:</p> <p>Фрезеровать поверхность в размеры $254_{-1} \times 185$ мм.</p> <p>Фрезеровать поверхность в размеры $168^{+1} \times 180^{+1}$ мм.</p> <p>Сверлить отверстие в размер $\varnothing 36$Н14 мм.</p> <p>Рассверлить отверстие в размер $\varnothing 40,43^{+0,3}$ мм, 103^{+2} мм.</p> <p>Зенкеровать отверстие в размер $\varnothing 44,7$Н9 мм, $15^{+0,43}$ мм.</p> <p>Расточить отверстие в размер $\varnothing 38^{+0,62}$ мм, с образованием фаски 30°, $\varnothing 40^{+0,62}$ мм.</p> <p>Фрезеровать резьбу М42х1,5-7Н, выдерживая размер 36min.</p>	
080 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
085 Сверлильная с ЧПУ	Сверлить отверстие в размер $\varnothing 8$ Н14 $^{+0,36}$ мм, 136^{+1} мм, Сверлить 2 отверстия в размер $\varnothing 8$ Н14 $^{+0,36}$ мм, 158^{+1} мм.	Станок глубоко – го сверления EST – 500
090 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
095 Радиально – сверлильная	Сверлить 6 отверстий $\varnothing 10^{+0,36}$ мм на длину $8 \pm 0,36$ мм, с образованием фаски $4 \times 45^\circ$ мм, Сверлить отверстие $\varnothing 8,6$ мм, 15 мм, Нарезать резьбу К1/8’’ ГОСТ 6111 – 52.	Радиально -свериль- ный станок AC2550
100 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
105 Радиально – сверлильная	Сверлить отверстие $\varnothing 8,6$ мм, 37 мм, Сверлить 2 отверстия $\varnothing 10^{+0,36}$ мм на длину $8 \pm 0,36$ мм, с образованием фаски $4 \times 45^\circ$ мм, Сверлить отверстие $\varnothing 10^{+0,36}$ мм на длину $8 + 0,36$ мм, с образованием фаски $4 \times 45^\circ$ мм, Нарезать резьбу К1/8’’ ГОСТ 6111 – 52.	Радиально -свериль- ный станок AC2550
110 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
115 Фрезерная с ЧПУ	Фрезеровать паз в размер 94 Н14 $^{+0,87}$ мм, 180 мм.	Фрезерны й станок с ЧПУ FCH63SC А
120 Слесарная	Снять заусенцы, притупить острые кромки.	
125 Контроль	Проверить размеры и требования по чертежу и ТП.	Плита 1600×630 ГОСТ 10905 – 86

1.5.4 Выбор технологического оборудования

Токарно – винторезный станок CW6163.

Предназначен для обработки цилиндрических, конических и сложных поверхностей - как внутренних, так и наружных, а так же для нарезания резьбы. Для обработки торцовых поверхностей заготовок применяются разнообразные резцы, развертки, сверла, зенкеры, а так же плашки и метчики.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Технические характеристики станка CW6163

Параметр	Значение
1	2
Наибольший диаметр обработки над станиной, мм	630
Диаметр обработки над суппортом, мм	350
Расстояние между центрами	770
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	105
Количество ступеней частот вращения шпинделя	22
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	10 – 1250
Мощность электродвигателя главного привода	13
Габаритные размеры станка, мм:	
- длина	3530
- ширина	1680
- высота	1290
Масса станка, кг	4300

Фрезерный станок 654.

Предназначен для обработки плоских и фасонных поверхностей торцевыми, концевыми и фасонными фрезами на крупногабаритных и тяжелых деталях.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Технические характеристики станка 654

Параметр	Значение
1	2
Размеры стола, L x Ш, мм	1600×630
Продольное перемещение стола по оси X, мм	1250
Поперечное перемещение стола по оси Y, мм	600
Посадочный конус в шпинделе	Морзе 3
Количество ступеней шпинделя	18
Мощность главного двигателя, кВт	13
Выдвижение шпинделя, мм	100
Расстояние между торцом шпинделя и поверхностью стола, мм	150 – 650
Скорость вращения шпинделя, об/мин	25 – 1250

Продолжение таблицы 1.8

1	2
Габаритные размеры станка, мм:	
- длина	3165
- ширина	2890
- высота	3120
Вес станка, кг	10600

Станок глубокого сверления EST – 500.

Станок для глубокого сверления является специальным станком, предназначен для обработки глубоких отверстий в заготовках деталей различных классов – типа валов, труб, корпусов, плит и т.д. На этом станке производят сверление, хонингование и раскатывание глубоких отверстий.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.9.

Таблица 1.9 –Технические характеристики станка EST – 500

Параметр	Значение
Количество сверлильных шпинделей, мм	1
Диаметр сверления, мм	3 – 25
Максимальная глубина сверления, мм	500
Размер стола, мм	600×1000
Двигатель главного шпинделя, кВт	5,5
Скорость вращения главного привода шпинделя, об/мин	6000
Масса, кг	3500
Макс. нагрузка стола, кг	1000

Станок токарно-винторезный с ЧПУ 200НТ.

Станок токарный с ЧПУ 200НТ – многоцелевой станок, предназначенный для выполнения различных типов токарных работ по металлу при единичном, мелко- или крупносерийном промышленном производстве.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Технические характеристики станка 200НТ

Параметры	Значение
1	2
Макс. длина заготовки, мм	600
Макс. диаметр заготовки над станиной, мм	500
Ход пиноли, мм	125
Диапазон скоростей шпинделя, об/мин	5 – 4000
Макс. крутящий момент, кНм	0,2
Диаметр патрона, мм	210

Продолжение таблицы 1.10

1	2
Мощность двигателя гл. привода, кВт	12
Габаритные размеры, мм	2800×1850×1800
Масса станка, кг	4500

Вертикальный обрабатывающий центр Challenger VMC-2100.

Предназначены для силовой высокопроизводительной обработки крупногабаритных деталей из чугуна, стали и нержавеющей сплавов.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Технические характеристики станка Challenger VMC-2100

Параметры	Значение
1	2
Размер стола, мм	2400×900
Диапазоны вращения шпинделя, об/мин	10000
Мощность главного двигателя, кВт	22
Рабочие подачи X,Y,Z, мм/мин	2100, 900, 850
Магазин инструмента, шт	40
Габариты (Д×Ш×В), мм	5400×4200 ×3700
Масса станка, кг	22500

Фрезерный станок FCH63SCA.

Предназначен для фрезерования, сверления, растачивания и нарезания резьбы метчиком.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Технические характеристики станки FCH63SCA

Параметры	Значение
1	2
Рабочая поверхность стола, мм	630×2000
Расстояние от торца шпинделя до зеркала стола, мм	125 – 900
Пределы подач, мм/мин	1 – 10000
Расстояние от оси шпинделя до направляющих стойки, мм	710
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	5 – 2000
Габаритные размеры станка L×B×H, мм	3890×4780×3900
Масса станка, кг	16500

Радиально – сверлильный станок AC2550.

Предназначен для сверления, в сплошном материале, рассверливания, зенкерования, развертывания, подрезки торцов (цековка), зенкования, нарезания резьбы метчиками и других операций.

Технические характеристики станка представлены в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Технические характеристики станки AC2550

Параметры	Значение
1	2
Наибольший диаметр сверления, мм	50
Количество ступеней частот вращения шпинделя	16
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	25 – 2000
Пределы подач шпинделя, мм/об	0,04 – 3,2
Размер конуса шпинделя по ГОСТ 25557	Морзе 5
Мощность привода главного движения, кВт	4
Габаритные размеры, мм:	
- длина	2500
- ширина	1070
- высота	2840
Масса, кг	3500

1.5.5 Выбор технологического оснащения

Средства технологического оснащения.

Операция 005:

- трёхкулачковый патрон ГОСТ 1654-86;
- центровочное сверло 2317 – 0109 ГОСТ 14952 – 75;
- штангенглубиномер ШГ – 630 – 0,05 ГОСТ 162 – 90;
- резец SKJNR 3225P16 фирмы Pramet;
- пластина KNUX 160405SR– 73 фирмы Pramet.

Операция 010:

- трёхкулачковый патрон ГОСТ 1654-86;
- центровочное сверло 2317 – 0109 ГОСТ 14952 – 75;
- штангенглубиномер ШГ – 630 – 0,05 ГОСТ 162 – 90;
- резец SKJNR 3225P16 фирмы Pramet;
- пластина KNUX 160405SR– 73 фирмы Pramet.

Операция 015:

- трёхкулачковый патрон ГОСТ 1654-86;
- резец SKJNR 3225P16 фирмы Pramet;
- пластина KNUX 160405SR– 73 фирмы Pramet;
- штангенглубиномер ШГ – 630 – 0,05 ГОСТ 162 – 90;

Операция 025:

- трёхкулачковый патрон ГОСТ 1654-86;
- задний вращающийся центр ГОСТ 8742-75;
- фреза 63A04R – S90AD 16E – С фирмы Pramet;
- пластина ADMX 160608PR – R фирмы Pramet;
- штангенциркуль ШЦ – III – 400 – 0,1 ГОСТ 166 – 89.

Операция 035:

- четырёхкулачковый патрон 3890 – 82;
- резец DCLNRP12 фирмы Pramet;

- пластина CNMG 120408E – М фирмы Pramet;
- резец SCLCR 1010E06 фирмы Pramet;
- пластина CCMT 060204E – UM фирмы Pramet;
- микрометр МК 200 – 1 ГОСТ 6507 – 90;
- штангенциркуль ШЦ – III – 400 – 0,1 ГОСТ 166 – 89;
- штангенглубиномер ШГ – 160 – 0,10 ГОСТ 162 – 90.

Операция 045:

- специальное приспособление;
- сверло SCD 080 – 160 – 080 ACP20 фирмы Iscar;
- штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166 – 89.

Операция 055:

- специальное приспособление;
- фреза 100A08R – S90AD 16E – С фирмы Pramet;
- пластина ADMX 160608SR – R фирмы Pramet;
- штангенциркуль ШЦ – III – 400 – 0,1 ГОСТ 166 – 89.

Операция 065:

- специальное приспособление;
- фреза 100A08R – S90AD 16E – С фирмы Pramet;
- пластина ADMX 160608SR – R фирмы Pramet;
- штангенциркуль ШЦ – III – 400 – 0,1 ГОСТ 166 – 89.

Операция 075:

- трёхкулачковый патрон ГОСТ 1654-86;
- задний вращающийся центр ГОСТ
- оправка Weldon B207.4.40.100.25;
- фреза 12E2S75 – 25A12 – SUDA фирмы Pramet;
- пластина APKX 1103PDER – М фирмы Pramet;
- фреза 63A04R – S90AD 16E – С фирмы Pramet;
- пластина ADMX 160608PR – R фирмы Pramet;
- фреза 25A4R0421B25 – SAD11E – С фирмы Pramet;
- пластина ADMX 11T304SR – М фирмы Pramet;
- зенкер специальный комбинированный;
- развертка специальная комбинированная;
- сверло 1110 HSS14819 DIN 345 N IZAR;
- сверло 1016 TIATL12927 DIN 338 N фирмы IZAR;
- зенковка 2575HSS74674 DIN 335 С фирмы IZAR;
- фреза CoroMill Plura R217.15 – 140150AC26N 1630 фирмы

Sandvik Coromant;

- фреза 50T03R – S90AR5D25 фирмы Pramet;
- пластина APET 150412EN фирмы Pramet;
- зенкер 2320 – 2675 ГОСТ 12489 – 71;
- развертка 2363 – 3521 ГОСТ 1672 – 80;
- резец S25T – STFCR фирмы Pramet;
- пластина TCMT 16N304E – UM фирмы Pramet;
- сверло CoroDrill 880 – D1400L20 – 02 фирмы Sandvik Coromant;

- фреза специальная;
- пробка 8221 – 0142 7Н ГОСТ 17756 – 72;
- пробка 8271 – 1142 7Н ГОСТ 17756 – 72;
- штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166 – 89;
- штангенциркуль ШЦ – III – 400 – 0,1 ГОСТ 166 – 89;
- штангенглубиномер ШГ – 160 – 0,05 ГОСТ 162 – 90;
- нутромер 100 – 160 ГОСТ 9244 – 75;
- пробка 8133 – 0938 Ø 24 ГОСТ 14810 – 69;
- пробка 8133 – 0952 Ø 38 ГОСТ 14810 – 69;
- пробка 8133 – 0958 Ø 45 ГОСТ 14810 – 69;

Операция 085:

- специальное приспособление;
- сверло SCD 080 – 160 – 080 ACP20 фирмы Iscar;
- штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166 – 89.

Операция 095:

- машинные тиски 7827 – 0337 ГОСТ 4045 – 75;
- сверло 2300 – 3451 ГОСТ 109022 – 77;
- зенкер специальный комбинированный;
- пробка 8133 – 0922 Ø 10 ГОСТ 14810 – 69;
- штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166 – 89;
- шаблон 4×45°.

Операция 105:

- машинные тиски 7827 – 0337 ГОСТ 4045 – 75;
- сверло 2300 – 3451 ГОСТ 109022 – 77;
- сверло 2300 – 6401 ГОСТ 109022 – 77;
- зенкер специальный комбинированный;
- зенкер специальный комбинированный;
- пробка 8133 – 0922 Ø 10 ГОСТ 14810 – 69;
- пробка 8133 – 0928 Ø 14 ГОСТ 14810 – 69;
- пробка 8133 – 0932 Ø 18 ГОСТ 14810 – 69;
- штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166 – 89;
- шаблон 4×45°.

Операция 115:

- машинные тиски 7827 – 0337 ГОСТ 4045 – 75;
- фреза 80T04R – S90AP 15D80 фирмы Pramet;
- пластина APKX 1505PDER – M фирмы Pramet;
- фреза 25E 2R032M12 – SRD10 фирмы Pramet;
- пластина RDHX 1003 MOT фирмы Pramet;
- штангенциркуль ШЦ – I – 125 – 0,1 ГОСТ 166 – 89.

1.5.6 Расчет припусков

Расчет припусков проводим аналитическим методом. Данный метод основан на определении минимального припуска, который определяется по формуле [2]:

- для односторонней обработки Z_{\min} , мкм, определяется по формуле.

$$Z_{\min} = R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (1.16)$$

- для двухсторонней обработки $2 \cdot Z_{\min}$, мкм, определяется по формуле.

$$2 \cdot Z_{\min} = 2 \cdot (R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (1.17)$$

где $R_{Z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности, получаемая на предшествующем технологическом переходе;

$\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ – суммарное пространственное отклонение, полученное на предшествующем технологическом переходе;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Для удобства расчета данным методом предусмотрено заполнение специальной таблицы.

Последовательность заполнения таблицы:

- заполняем первый столбец таблицы, в котором указываем технологические переходы в принятой последовательности;
- для каждого перехода находим значения каждой составляющей формулы;
- по вышеуказанной формуле находим Z_{\min} для всех переходов;
- для конечного перехода записываем наименьший предельный размер по чертежу;
- для предшествующих переходов определяем расчетный размер, прибавляя к нему Z_{\min} ;
- записать минимальные предельные размеры по всем переходам, округляя их увеличением до знака допуска;
- определить максимальные предельные размеры, прибавляя допуск на соответствующий размер;
- определить Z_{\max} как разность максимальных размеров, Z_{\min} как разность минимальных размеров;
- определить общий максимальный и минимальный припуск.
- проверяем правильность расчета по правилу: разница допусков должна быть равна разнице припусков;

Применяем данный метод для расчета поверхности: поверхность диаметром 24H8(+0,033).

Таблица 1.14

	Квалитет	Шероховатость Rz, мкм	Глубина дефектного поверхностного слоя, мкм
Прокат		400	400
Сверление	14-1,15	125	120
Зенкерование	9-0,185	40	40
Развертывание	8-0,072	5	5

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки Δ_{Σ} , мкм, определяем по формуле.

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma_k}^2 + \Delta_{\Delta}^2}, \quad (1.18)$$

где Δ_{Σ_k} – общее отклонение оси от прямолинейности определяется по формуле (1.20).

Δ_{Δ} – смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования определяется по формуле (1.21).

$$\Delta_{\Sigma_k} = \Delta_k \cdot L, \quad (1.20)$$

где $\Delta_k = 3$ мкм – кривизна для штамповок;

$L = 21$ мм – длина участка, который имеет максимальное отклонение от прямолинейности.

$$\Delta_{\Sigma_k} = 3 \cdot 21 = 63 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Delta} = 0,25 \cdot T_d, \quad (1.21)$$

где $T_d = 5600$ мм – допуск на диаметральный размер базы заготовки.

$$\Delta_{\Delta} = 0,25 \cdot 5600 = 1400 \text{ мкм.}$$

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{63^2 + 1400^2} = 1401 \text{ мкм.}$$

Остаточная величина пространственного отклонения после предварительной обработки определяется по формуле:

$$\Delta_i = K_y \cdot \Delta_{i-1}, \quad (1.22)$$

где K_y – коэффициент уточнения формы.

$K_y = 0,06$ – для точения черного.

$$\Delta_i = K_y \cdot \Delta_3 = 0,06 \cdot 1401 = 84 \text{ мкм.} \quad (1.23)$$

Коэффициентом K_y для остальных видов обработки пренебрегаем.

Погрешность установки $\varepsilon = 0$.

Далее производится расчёт минимальных значений межоперационных припусков.

Минимальный припуск под сверление:

$$2_{\text{zmin}} = 2 \cdot (400 + 400 + \sqrt{1401^2 + 0^2}) = 4402 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под зенкерование:

$$2_{\text{zmin}} = 2 \cdot (125 + 120 + \sqrt{84^2 + 0^2}) = 658 \text{ мкм.}$$

Минимальный припуск под развертывание:

$$2_{\text{zmin}} = 2 \cdot (40 + 40) = 160 \text{ мкм.}$$

Графа «расчётный размер» (d_p) заполняется, начиная с конечного, в данном случае чертёжного размера, последовательным прибавлением расчётного минимального припуска каждого технологического перехода.

$d_p = 24,033$ мм – для развертывания;

$d_p = 24,033 - 0,16 = 23,873$ мм – для зенкерования;

$d_p = 23,873 - 0,658 = 23,215$ мм – для сверления;

$d_p = 23,215 - 4,402 = 18,813$ мм – для заготовки.

Определяем максимальный предельный размер суммой минимального размера и допуска T_d :

$d_{\max} = 24,033 - 0,033 = 24$ мм – для развертывания;

$d_{\max} = 23,873 - 0,052 = 23,821$ мм – для зенкерования;

$d_{\max} = 23,215 - 0,52 = 22,695$ мм – для сверления;

$d_{\max} = 18,813 - 5,6 = 13,213$ – для заготовки.

Полученные предельные припуски:

$2 \cdot Z_{\min} = 24,033 - 23,873 = 0,16$ мм – для развертывания;

$2 \cdot Z_{\min} = 23,873 - 23,215 = 0,658$ мм – для зенкерования;

$2 \cdot Z_{\min} = 23,215 - 18,813 = 4,402$ мм – для сверления.

$2 \cdot Z_{\max} = 24 - 23,821 = 0,179$ мм – для развертывания;

$2 \cdot Z_{\max} = 23,821 - 22,695 = 1,126$ мм – для зенкерования;

$2 \cdot Z_{\max} = 22,695 - 13,213 = 9,482$ мм – для сверления.

Расчёт общих припусков:

$Z_{\max} = 4402 + 658 + 160 = 5220$ мкм – общий минимальный припуск;

$Z_{\min} = 9482 + 1126 + 179 = 10787$ мкм – общий максимальный припуск.

Проверка правильности расчётов проводится по формуле.

$$z_{\max} - z_{\min} = Td_{\text{заг}} - Td_{\text{дет}}, \quad (1.24)$$

$$10787 - 5220 = 5600 - 33,$$

$$5567 = 5567.$$

Следовательно, расчёт припусков произведён верно. Полученные значения заносим в таблицу 1.15.

Элементарная поверхность детали и технологический маршрут ее обработки	Элементы припуска, мкм				Расчет- ный припуск $2 \cdot Z_{\min p}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск на изготовле- ние T_d , мкм	Принятые размеры по переходам, мм		Полученные предельные припуски, мкм	
	R_z	h	Δ	ε				d_{\max}	d_{\min}	$2 \cdot Z_{\max}$	$2 \cdot Z_{\min}$
Диаметр 24H8 ^(+0,033)											
Штамповка	400	400	1401	–	–	18,813	5600	18,813	13,213	–	–
Сверление	125	120	84	0	4402	23,215	520	23,215	22,695	9482	4402
Зенкерование	40	40	–	0	658	23,873	52	23,873	23,821	1126	658
Развертывание	5	5	–	0	160	24,033	33	24,033	24	179	160
Проверка расчета: $T_{d_{\text{заг}}} - T_{d_{\text{дет}}} = 5567 = 2 \cdot Z_{\text{оmax}} - 2 \cdot Z_{\text{оmin}} = 10787 - 5220$											
Диаметр 190k6 ^(+0,033 +0,004)											
Штамповка	400	400	5,5	–	–	195,251	5600	195,251	200,851	–	–
Точение получистовое	125	120	–	0	4400	190,851	1150	190,851	192	8851	4400
Точение чистовое	40	40	–	0	658	190,193	72	190,193	190,265	1735	658
Точение тонкое	5	5	–	0	160	190,033	29	190,033	190,062	203	160
Проверка расчета: $T_{d_{\text{заг}}} - T_{d_{\text{дет}}} = 5571 = 2 \cdot Z_{\text{оmax}} - 2 \cdot Z_{\text{оmin}} = 10789 - 5218$											

1.5.7 Расчет режимов резания

Сверление [2].

При сверлении отверстия выбираем максимально допустимую подачу по прочности сверла подачу. Принимаем $S=0,2$ мм/об.

Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.25)$$

где C_v, q, m, y – коэффициент и показатели степени, принимаем $C_v = 16,2$; $q = 0,40$; $m = 0,20$; $y = 0,50$;

D – диаметр сверла, $D=6,3$ мм;

T – период стойкости, принимаем $T=25$ мин;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические усилия резания.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}, \quad (1.26)$$

где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал;

K_{IV} – коэффициент на инструментальный материал, $K_{IV}=1,0$;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления, $K_{IV}=1,0$.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_r} = 1,0 \left(\frac{750}{1080} \right)^{0,9} = 0,72. \quad (1.27)$$

$$K_v = 0,72 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,72.$$

Подставляем все значения в формулу (1.25):

$$V = \frac{16,2 \cdot 6,3^{0,40}}{25^{0,20} \cdot 0,20^{0,50}} \cdot 0,72 = 28,5 \text{ м/мин.}$$

Находим крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.28)$$

где C_M, q, y – коэффициент и показатели степени, принимаем $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$;

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, $K_p = K_{MV} = 0,72$.

Подставляем значения в формулу (1.28):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,3^{2,0} \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,72 = 2,72 \text{ Нм.}$$

Определяем осевую силу:

$$F_z = 10 C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.29)$$

где C_P, q, y – коэффициент и показатели степени, принимаем $C_P = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$.

Подставляем значения:

$$F_z = 10 \cdot 68 \cdot 6,3^{1,0} \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,72 = 999,78 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750}, \quad (1.30)$$

где n – число оборотов шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 28,5}{3,14 \cdot 6,3} = 1441 \text{ об/мин.} \quad (1.31)$$

По паспорту станка принимаем фактическую частоту оборотов $n_{\text{ф}}=1250$ об/мин. Пересчитываем фактическую скорость резания:

$$V_{\text{ф}} = \frac{1250 \cdot 6,3 \cdot 3,14}{1000} = 25 \text{ м/мин.}$$

Подставляем значения в формулу (1.30) и находим мощность резания:

$$N = \frac{2,72 \cdot 1250}{9750} = 0,35 \text{ кВт.}$$

Точение [3].

Для данной пластины KNUX 160405SR – 73 из материала 6640 при черновом точении выбираем группу II, которой соответствуют рекомендованные подача $S_{\text{об}}=0,6$ мм/об, глубина резания $t=2,5$ мм и скорость резания $V=120$ м/мин.

Для уточнения скорости резания необходимо учитывать коэффициенты коррекции.

$$V_{\text{с}} = V \cdot k_{\text{vx}} \cdot k_{\text{vT}} \cdot k_{\text{vHB}}, \quad (1.32)$$

где k_{vx} – коррекция: корка поковки и отливки, $k_{\text{vx}}=0,75$;

k_{vT} – коррекция относительно периода стойкости, $k_{\text{vT}}=0,76$;

k_{vHB} – коррекция относительно твердости заготовки, $k_{\text{vHB}}=0,86$;

$$V_{\text{с}} = 120 \cdot 0,75 \cdot 0,76 \cdot 0,86 = 59 \text{ м/мин.}$$

Находим частоту оборотов шпинделя:

$$n = \frac{V_{\text{с}} \cdot 1000}{D \cdot \pi}, \quad (1.33)$$

где D – диаметр заготовки, мм.

$$n = \frac{59 \cdot 1000}{320 \cdot 3,14} = 58,5 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем фактическое число оборотов шпинделя $n_{\text{ф}}=50$ об/мин.

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 317 \cdot 50}{1000} = 50 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача:

$$S_{\text{мин}} = S_{\text{об}} \cdot n_{\phi} = 0,6 \cdot 50 = 30 \text{ м/мин.} \quad (1.34)$$

Потребляемую мощность находим по формуле:

$$N = \frac{t \cdot S_{\text{об}} \cdot V_{\phi}}{x}, \quad (1.35)$$

x – коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала, для стали $x=20$.

$$N = \frac{2,5 \cdot 0,6 \cdot 50}{20} = 3,75 \text{ кВт.}$$

Определяем осевую силу:

$$F_z = \frac{N \cdot 60 \cdot 1020}{V_{\phi}} = \frac{3,75 \cdot 60 \cdot 1020}{50} = 4590 \text{ Нм.} \quad (1.36)$$

Момент кручения:

$$M_{\text{кр}} = \frac{F_z \cdot D}{2 \cdot 10^3} = \frac{4590 \cdot 320}{2 \cdot 10^3} = 734,4 \text{ Нм.} \quad (1.37)$$

Фрезерование [4].

Для данной пластины ADMX 1610608PR – R из материала 8240 при среднем фрезеровании выбираем группу III, которой соответствуют рекомендованные подача $S_z=0,32$ мм/зуб, глубина резания $t=4$ мм и скорость резания $V=240$ м/мин.

Для уточнения скорости резания необходимо учитывать коэффициенты коррекции.

$$V_c = V \cdot k_{vx} \cdot k_{vT} \cdot k_{vHB}, \quad (1.38)$$

где k_{vx} – коррекция: корка поковки и отливки, $k_{vx}=0,8$.

k_{vT} – коррекция относительно периода стойкости, $k_{vT}=0,89$.

k_{vHB} – коррекция относительно твердости заготовки, $k_{vHB}=0,86$.

$$V_c = 240 \cdot 0,8 \cdot 0,89 \cdot 0,86 = 147 \text{ м/мин.}$$

Находим частоту оборотов шпинделя:

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{D \cdot \pi}, \quad (1.39)$$

где D – диаметр фрезы, $D=63$ мм.

$$n = \frac{59 \cdot 1000}{63 \cdot 3,14} = 743 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка принимаем фактическое число оборотов шпинделя $n_{\phi}=630$ об/мин.

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 63 \cdot 630}{1000} = 125 \text{ м/мин.} \quad (1.40)$$

Минутная подача:

$$S_{\text{мин}} = S_z \cdot z \cdot n_{\phi}, \quad (1.41)$$

где z – число зубьев фрезы, $z=4$.

$$S_{\text{мин}} = 0,324 \cdot 4 \cdot 630 = 800 \text{ м/мин.}$$

Потребляемую мощность находим по формуле:

$$N = \frac{t \cdot t_e \cdot S_{\text{мин}}}{x}, \quad (1.42)$$

t_e – радиальная глубина резания, $t_e=10,5$ мм;

x – коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала, для стали $x=24000$.

$$N = \frac{2,5 \cdot 10,5 \cdot 800}{24000} = 0,9 \text{ кВт.}$$

Определяем осевую силу:

$$F_z = \frac{N \cdot 60 \cdot 1020}{V_{\phi}} = \frac{0,9 \cdot 60 \cdot 1020}{125} = 440,6 \text{ Нм.} \quad (1.43)$$

Момент кручения:

$$M_{\text{кр}} = \frac{F_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{440,6 \cdot 63}{2 \cdot 100} = 138,8 \text{ Нм.} \quad (1.44)$$

Зенкерование [2].

Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.45)$$

где C_v, q, m, y – коэффициент и показатели степени, принимаем $C_v = 16,3$;
 $q = 0,3$; $m = 0,3$; $y = 0,5$, $x = 0,2$;

D – диаметр сверла, $D=23,8$ мм;

T – период стойкости, принимаем $T=40$ мин;

S – подача, принимаем $S=0,8$ мм/об;

t – глубина резания, $t=0,4$ мм;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические усилия резания:

$$K_v = K_{\text{MV}} \cdot K_{\text{IV}} \cdot K_{\text{IV}}, \quad (1.46)$$

где K_{MV} – коэффициент на обрабатываемый материал;

K_{IV} – коэффициент на инструментальный материал, $K_{\text{IV}}=1,0$;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий глубину сверления, $K_{IV}=1,0$.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_r} = 1,0 \left(\frac{750}{1080} \right)^{0,9} = 0,72. \quad (1.47)$$

$$K_V = 0,72 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,72.$$

Подставляем все значения в формулу (1.45):

$$V = \frac{16,3 \cdot 23,8^{0,3}}{40^{0,3} \cdot 0,4^{0,2} \cdot 0,8^{0,5}} \cdot 0,72 = 13,4 \text{ м/мин.}$$

Находим крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.48)$$

где C_M, q, y – коэффициент и показатели степени, принимаем $C_M = 0,09$;
 $q = 1,0$; $y = 0,8$;

K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки,
 $K_p = K_{MV} = 0,72$.

Подставляем значения в формулу (1.48):

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,09 \cdot 0,4^{0,9} \cdot 23,8^{1,0} \cdot 0,8^{0,8} \cdot 0,72 = 5 \text{ Нм.}$$

Определяем осевую силу:

$$F_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \quad (1.49)$$

где C_p, x, y – коэффициент и показатели степени, принимаем $C_M = 67$;
 $y = 0,65$; $x = 1,2$.

Подставляем значения:

$$F_z = 10 \cdot 67 \cdot 0,4^{1,2} \cdot 0,8^{0,65} \cdot 0,72 = 138,5 \text{ Н.}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (1.50)$$

где n – число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{V_c \cdot 1000}{D \cdot \pi} = \frac{13,4 \cdot 1000}{23,8 \cdot 3,14} \text{ об/мин.} \quad (1.51)$$

Подставляем значения в формулу (1.50) и находим мощность резания:

$$N = \frac{5 \cdot 180}{9750} = 0,09 \text{ кВт.}$$

Таблица 1.16 Расчет режимов резания обработки проушины

№ операции	Наименование и содержание операции
1	2
005	<p>Точить торец в размер $\varnothing 320$ мм, 456_{-1} мм: Глубина резания $t=4$ мм Подача $S=0,6$ мм/об Скорость резания $V=50$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=50$ об/мин Сила резания $F_z=6120$ Н Мощность резания $N=6$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=979,2$ Нм Основное время $T_o=0,09$ мин</p>
	<p>Центровать отверстие $\varnothing 6,3$ мм, $14H12^{+0,18}_{-0}$: Подача $S=0,2$ мм/об Скорость резания $V=25$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1250$ об/мин Сила резания $F_z=999,78$ Н Мощность резания $N=0,35$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=2,72$ Нм Основное время $T_o=0,08$ мин</p>
	<p>Точить поверхность в размер $\varnothing 310h11_{-0,32}$ мм, 185^{+1}_{-0} мм: Глубина резания $t=2,5$ мм Подача $S=0,6$ мм/об Скорость резания $V=50$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=50$ об/мин Сила резания $F_z=4590$ Н Мощность резания $N=3,75$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=734,4$ Нм Число проходов 2 Основное время $T_o=12,3$ мин</p>
010	<p>Точить торец в размер $\varnothing 320$ мм, 456_{-1} мм: Глубина резания $t=4$ мм Подача $S=0,6$ мм/об Скорость резания $V=50$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=50$ об/мин Сила резания $F_z=6120$ Н Мощность резания $N=6$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=979,2$ Нм Основное время $T_o=0,09$ мин</p>
	<p>Точить поверхность в размер $\varnothing 310h14_{-1,3}$ мм: Глубина резания $t=2,5$ мм Подача $S=0,6$ мм/об Скорость резания $V=50$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=50$ об/мин Сила резания $F_z=4590$ Н</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Мощность резания $N=3,75$ кВт</p> <p>Крутящий момент $M_{кр}=734,4$ Нм</p> <p>Число проходов 2</p> <p>Основное время $T_o=17,95$ мин</p>
015	<p>Точить поверхность в размер $\varnothing 310h_{11-0,32}$ мм, $275_{-0,5}$ мм:</p> <p>Глубина резания $t=0,5$ мм</p> <p>Подача $S=0,6$ мм/об</p> <p>Скорость резания $V=50$ м/мин</p> <p>Число оборотов шпинделя $n=50$ об/мин</p> <p>Сила резания $F_z=918$ Н</p> <p>Мощность резания $N=0,75$ кВт</p> <p>Крутящий момент $M_{кр}=142,3$ Нм</p> <p>Основное время $T_o=8,8$ мин</p>
	<p>Точить поверхность в размер $\varnothing 305h_{9-0,13}$ мм, $12^{+0,5}$ мм:</p> <p>Глубина резания $t=2,5$ мм</p> <p>Подача $S=0,6$ мм/об</p> <p>Скорость резания $V=50$ м/мин</p> <p>Число оборотов шпинделя $n=50$ об/мин</p> <p>Сила резания $F_z=4590$ Н</p> <p>Мощность резания $N=3,75$ кВт</p> <p>Крутящий момент $M_{кр}=711,45$ Нм</p> <p>Основное время $T_o=0,32$ мин</p>
	<p>Точить торец в размер $\varnothing 90_{-1}$ мм, $2^{+0,5}$ мм:</p> <p>Глубина резания $t=2$ мм</p> <p>Подача $S=0,6$ мм/об</p> <p>Скорость резания $V=50$ м/мин</p> <p>Число оборотов шпинделя $n=50$ об/мин</p> <p>Сила резания $F_z=3672$ Н</p> <p>Мощность резания $N=3$ кВт</p> <p>Крутящий момент $M_{кр}=560$ Нм</p> <p>Основное время $T_o=2,25$ мин</p>
025	<p>Фрезеровать поверхность в размеры $180_{-0,4} \times 265_{-0,4}$ мм:</p> <p>Глубина резания $t=2,5$ мм</p> <p>Подача $S=800$ мм/мин</p> <p>Скорость резания $V=125$ м/мин</p> <p>Число оборотов шпинделя $n=630$ об/мин</p> <p>Сила резания $F_z=337,8$ Н</p> <p>Мощность резания $N=0,9$ кВт</p> <p>Крутящий момент $M_{кр}=10,33$ Нм</p> <p>Основное время $T_o=120,35$ мин</p>
035	<p>Точить поверхность в размер $\varnothing 254_{-1}$ мм, $32H_{14}^{+0,62}$ мм:</p> <p>Глубина резания $t=4$ мм</p> <p>Подача $S=0,2$ мм/об</p> <p>Скорость резания $V=205$ м/мин</p> <p>Число оборотов шпинделя $n=210$ об/мин</p> <p>Сила резания $F_z=2448$ Н</p> <p>Мощность резания $N=8,2$ кВт</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Крутящий момент $M_{кр}=379,44$ Нм Число проходов 7 Основное время $T_o=6$ мин</p>
	<p>Точить поверхность в размер $\varnothing 192_{-1}^{+0,36}$ мм: Глубина резания $t=5$ мм Подача $S=0,2$ мм/об Скорость резания $V=205$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=257$ об/мин Сила резания $F_z=2448$ Н Мощность резания $N=8,2$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=311$ Нм Число проходов 6 Основное время $T_o=0,49$ мин</p>
	<p>Точить поверхность в размер $\varnothing 190k6_{+0,004}^{+0,033}$ мм, $6,5_{+0,36}^{+0,36}$ мм: Глубина резания $t=0,5$ мм Подача $S=0,05$ мм/об Скорость резания $V=252$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=422$ об/мин Сила резания $F_z=73$ Н Мощность резания $N=0,3$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=7$ Нм Число проходов 2 Основное время $T_o=0,62$ мин</p>
045	<p>Сверлить отверстия $\varnothing 8$ мм: Подача $S=0,19$ мм/об Скорость резания $V=32$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=3397$ об/мин Сила резания $F_z=1230$ Н Мощность резания $N=1,96$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=6,29$ Нм Основное время $T_o=6,08$ мин</p>
055, 065	<p>Фрезеровать поверхность в размеры 169×236 мм: Глубина резания $t=12,5$ мм Подача $S=800$ м/мин Скорость резания $V=125$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=400$ об/мин Сила резания $F_z=2224,6$ Н Мощность резания $N=4,58$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=97,4$ Нм Основное время $T_o=3,9$ мин</p>
075	<p>Сверлить отверстие $58H14, 130 \pm 2$ мм: Подача $S=0,18$ мм/мин Скорость резания $V=194$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1065$ об/мин Сила резания $F_z=6814$ Н Мощность резания $N=21,6$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=197,7$ Нм Основное время $T_o=0,68$ мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Фрезеровать проушину в размер R88±0,3 мм: Глубина резания $t=12$ мм Подача $S=0,25$ мм/об Скорость резания $V=232$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1173$ об/мин Сила резания $F_z=2,64$ Н Мощность резания $N=0,01$ кВт Крутящий момент $M_{кр}= Нм$ Основное время $T_o=6,15$ мин</p>
	<p>Рассверлить отверстие в размер Ø23,5 мм, $21^{+0,52}$ мм: Глубина резания $t=11,5$ мм Подача $S=0,18$ мм/об Скорость резания $V=52$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=705$ об/мин Сила резания $F_z=2490$ Н Мощность резания $N=9,69$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=34,4$ Нм Основное время $T_o=0,085$ мин</p>
	<p>Фрезеровать поверхность в размеры $80^{+0,5} \times 130^{+0,5}$ мм: Глубина резания $t=6,67$ мм Подача $S=0,8$ мм/об Скорость резания $V=147$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=743$ об/мин Сила резания $F_z=878,5$ Н Мощность резания $N=2,11$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=11,5$ Нм Основное время $T_o=3,9$ мин</p>
	<p>Развернуть отверстие в размер Ø45H9 мм: Глубина резания $t=0,1$ мм Подача $S=0,8$ мм/об Скорость резания $V=21,7$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=153,57$ об/мин Сила резания $F_z=28,9$ Н Мощность резания $N=0,05$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=3,18$ Нм Основное время $T_o=0,31$ мин</p>
	<p>Зенковать фаски $2 \times 45^\circ$ в отв. Ø13,9мм: Глубина резания $t=2$ мм Подача $S=0,35$ мм/об Скорость резания $V=22$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=389$ об/мин Сила резания $F_z=888,07$ Н Мощность резания $N=0,45$ кВт</p>
	<p>Сверлить отверстие в размер Ø36H14 мм: Подача $S=0,18$ мм/об Скорость резания $V=194$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1720$ об/мин Сила резания $F_z=3900$ Н Мощность резания $N=15,2$ кВт</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Крутящий момент $M_{кр}=84,3$ Нм Основное время $T_o=0,67$ мин</p>
	<p>Рассверлить отверстие в размер $\varnothing 40,43H14$ мм, 103^{+2} мм: Глубина резания $t=2,215$ мм Подача $S=0,24$ мм/об Скорость резания $V=38$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=300$ об/мин Сила резания $F_z=5560$ Н Мощность резания $N=21,12$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=143$ Нм Основное время $T_o=0,28$ мин</p>
	<p>Зенкеровать отверстие в размер $\varnothing 44,7H9$ мм, 12 мм: Глубина резания $t=2,1$ мм Подача $S=0,6$ мм/об Скорость резания $V=30$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=214$ об/мин Сила резания $F_z=229$ Н Мощность резания $N=0,4$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=18,9$ Нм Основное время $T_o=0,117$ мин</p>
	<p>Фрезеровать отверстия $\varnothing 84^{+0,87}$ мм и $\varnothing 94^{+0,87}$ мм: Глубина резания $t=12$ мм Подача $S=0,8$ мм/об Скорость резания $V=206$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=410$ об/мин Сила резания $F_z=915,03$ Н Мощность резания $N=10,52$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=96,46$ Нм Основное время $T_o=5,33$ мин</p>
	<p>Фрезеровать плоскость 185×254 мм: Глубина резания $t=2$ мм Подача $S=0,8$ мм/об Скорость резания $V=206$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=410$ об/мин Сила резания $F_z=915,03$ Н Мощность резания $N=1,79$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=16,43$ Нм Основное время $T_o=1,4$ мин</p>
	<p>Фрезеровать резьбу M16 – 7H, 24 мм: Подача $S=2$ мм/об Скорость резания $V=32$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=639$ об/мин Мощность резания $N=2,55$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=38,1$ Нм Основное время $T_o=0,06$ мин</p>
	<p>Фрезеровать поверхность в размеры $168^{+1} \times 180^{+1}$ мм (черновое): Глубина резания $t=24$ мм Подача $S=0,8$ мм/об Скорость резания $V=206$ м/мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	<p>Число оборотов шпинделя $n=410$ об/мин Сила резания $F_z=915,03$ Н Мощность резания $N=3,08$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=52,4$ Нм Основное время $T_o=2,5$ мин</p> <p>Фрезеровать поверхность в размеры $168^{+1} \times 180^{+1}$ мм (чистовое): Глубина резания $t=12$ мм Подача $S=0,34$ мм/мин Скорость резания $V=240$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=2866$ об/мин Сила резания $F_z=1530$ Н Мощность резания $N=2,7$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=0,93$ Нм Основное время $T_o=0,97$ мин</p>
085	<p>Сверлить отверстия $\varnothing 8H14^{+0,36}$: Подача $S=0,2$ мм/об Скорость резания $V=32$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=3397$ об/мин Сила резания $F_z=1230$ Н Мощность резания $N=1,96$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=6,29$ Нм Основное время $T_o=1,1$ мин</p>
	<p>Рассверлить отверстие $\varnothing 8,6$: Подача $S=0,2$ мм/мин Скорость резания $V=27$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1000$ об/мин Сила резания $F_z=1347,4$ Н Мощность резания $N=0,53$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=5,14$ Нм Основное время $T_o=0,05$ мин</p>
095	<p>Зенкеровать отверстие $\varnothing 10^{+0,36}$ мм, $8 \pm 0,36$ с образованием фаски $4 \times 45^\circ$: Глубина резания $t=0,7$ мм Подача $S=0,8$ мм/мин Скорость резания $V=7,85$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=250$ об/мин Сила резания $F_z=272,8$ Н Мощность резания $N=0,1$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=3,97$ Нм Основное время $T_o=0,3$ мин</p>
	<p>Нарезать резьбу $K1/8''$: Подача $S=0,23$ мм/мин Скорость резания $V=17$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=630$ об/мин Сила резания $F_z=9,1$ Н Мощность резания $N=2$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=3,14$ Нм Основное время $T_o=0,34$ мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
105	<p>Рассверлить отверстие Ø8,6: Глубина резания $t=0,3$ мм Подача $S=0,2$ мм/мин Скорость резания $V=27$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=1000$ об/мин Сила резания $F_z=1347,4$ Н Мощность резания $N=0,53$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=5,14$ Нм Основное время $T_o=0,05$ мин</p>
	<p>Нарезать резьбу К1/8": Подача $S=0,23$ мм/мин Скорость резания $V=17$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=630$ об/мин Сила резания $F_z=9,1$ Н Мощность резания $N=2$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=3,14$ Нм Основное время $T_o=0,34$ мин</p>
	<p>Рассверлить отверстие Ø14: Глубина резания $t=3$ мм Подача $S=0,2$ мм/мин Скорость резания $V=28$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=630$ об/мин Сила резания $F_z=2741,76$ Н Мощность резания $N=1,1$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=17,04$ Нм Основное время $T_o=0,2$ мин</p>
	<p>Зенкеровать отверстие Ø10^{+0,36} мм, 8±0,36 с образованием фаски 4×45°: Глубина резания $t=0,7$ мм Подача $S=0,8$ мм/мин Скорость резания $V=7,85$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=250$ об/мин Сила резания $F_z=272,8$ Н Мощность резания $N=0,1$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=3,97$ Нм Основное время $T_o=0,12$ мин</p>
	<p>Зенкеровать отверстие Ø18^{+0,43} мм, 8^{+0,36} с образованием фаски 4×45°: Глубина резания $t=2$ мм Подача $S=0,8$ мм/мин Скорость резания $V=7,07$ м/мин Число оборотов шпинделя $n=125$ об/мин Сила резания $F_z=964,2$ Н Мощность резания $N=0,23$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=18,28$ Нм Основное время $T_o=0,14$ мин</p>
115	<p>Фрезеровать паз в размер 94Н14^{+0,87} мм, 180 мм (черновое): Глубина резания $t=12$ мм Подача $S=400$ мм/мин Скорость резания $V=125$ м/мин</p>

Продолжение таблицы 1.16

1	2
	Число оборотов шпинделя $n=500$ об/мин Сила резания $F_z=2290$ Н Мощность резания $N=4,7$ кВт Крутящий момент $M_{кр}=31,5$ Нм Число проходов 15 Основное время $T_0=8,4$ мин

1.5.8 Нормирование операций механической обработки

Одной из составляющих частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчёт норм времени ведётся по укрупнённым типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени. Расчёт ведётся по следующим формулам [6]:

$$t_{он} = t_o + t_v, \quad (1.52)$$

где $t_{он}$ – оперативное время, мин;

t_v – вспомогательное время на операцию, мин.

$$t_v = t_{уст} + t_{пер} + t_{изм}, \quad (1.53)$$

где $t_{уст}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин;

$t_{пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$t_{изм}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{шт} = \left(T_{ца} + T_v \cdot K_{tv} \right) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100} \right), \quad (1.54)$$

где $T_{ца}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

T_v – вспомогательное время, мин;

K_{tv} – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{обс}$ – время на обслуживания рабочего места, %;

$A_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{ца} = T_o + T_{мв}, \quad (1.58)$$

где T_o – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{мв}$ – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменения и направления подачи, время технологических пауз), мин.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{П}, \quad (1.59)$$

где n – размер партии запуска, шт.;

$T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{п-з}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Ниже в таблице 1.17 приведены результаты расчёта времени на изготовление водила.

Таблица 1.17 – Нормирование технологического процесса изготовления проушины

№ оп.	Содержание операции	Время, мин
1	2	3
005	<p>Токарная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>12,47</p> <p>3,9</p> <p>0,16</p> <p>4,06</p> <p>8% от основного</p> <p>8% от основного</p> <p>20,45</p> <p>2,2</p> <p>9</p> <p>31,65</p> <p>16,86</p> <p>32,96</p>
010	<p>Токарная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>18,12</p> <p>3,9</p> <p>0,16</p> <p>4,06</p> <p>8% от основного</p> <p>8% от основного</p> <p>20,45</p> <p>2,2</p> <p>9</p> <p>31,65</p> <p>22,58</p> <p>38,4</p>
015	<p>Токарная</p> <p>1. Основное время</p>	<p>11,37</p>

Продолжение таблицы 1.17

1	2	3
	<p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>3,9</p> <p>0,35</p> <p>4,25</p> <p>8% от основного</p> <p>8% от основного</p> <p>30,25</p> <p>2,2</p> <p>9</p> <p>41,45</p> <p>15,9</p> <p>36,6</p>
025	<p>Фрезерная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>120,35</p> <p>2,9</p> <p>0,19</p> <p>3,28</p> <p>8% от основного</p> <p>8% от основного</p> <p>21</p> <p>2,2</p> <p>9</p> <p>32,2</p> <p>147,4</p> <p>163,5</p>
035	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Время цикла автоматической работы станка</p> <p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно – калькуляционное время</p>	<p>7,94</p> <p>3,6</p> <p>0,81</p> <p>4,41</p> <p>8% от основного</p> <p>8% от основного</p> <p>23,9</p> <p>9,8</p> <p>9</p> <p>42,7</p> <p>12,47</p> <p>33,82</p>
045	<p>Сверлильная с ЧПУ</p> <p>1. Время цикла автоматической работы станка</p>	<p>6,33</p>

Продолжение таблицы 1.17

1	2	3
	<p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>1,48</p> <p>0,91</p> <p>2,39</p> <p>7% от основного</p> <p>7% от основного</p> <p>10,7</p> <p>1,3</p> <p>9</p> <p>21</p> <p>8,8</p> <p>19,3</p>
055, 065	<p>Фрезерная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>3,9</p> <p>0,16</p> <p>0,38</p> <p>0,54</p> <p>8% от основного</p> <p>8% от основного</p> <p>20,75</p> <p>7,5</p> <p>10</p> <p>38,25</p> <p>3,92</p> <p>23</p>
075	<p>Вертикально – фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Время цикла автоматической работы станка</p> <p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>31,17</p> <p>1,5</p> <p>8,28</p> <p>12,42</p> <p>16% от основного</p> <p>16% от основного</p> <p>43,1</p> <p>40,6</p> <p>10</p> <p>93,7</p> <p>45,77</p> <p>92,62</p>
085	<p>Сверлильная с ЧПУ</p> <p>1. Время цикла автоматической работы станка</p>	<p>1,35</p>

Продолжение таблицы 1.17

1	2	3
	<p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>1,48</p> <p>0,39</p> <p>1,87</p> <p>7% от основного</p> <p>7% от основного</p> <p>10,7</p> <p>1,3</p> <p>9</p> <p>21</p> <p>3,23</p> <p>13,73</p>
095	<p>Радиально – сверлильная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>0,69</p> <p>5,2</p> <p>0,26</p> <p>5,46</p> <p>8% от основного</p> <p>8% от основного</p> <p>12,85</p> <p>12,4</p> <p>10</p> <p>35,25</p> <p>6,22</p> <p>23,85</p>
105	<p>Радиально – сверлильная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время</p> <p>Время на установку и снятие детали</p> <p>Время на контрольное измерение</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партии</p> <p>На наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>На пробную обработку деталей</p> <p>На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>0,85</p> <p>5,2</p> <p>0,26</p> <p>5,46</p> <p>8% от основного</p> <p>8% от основного</p> <p>12,85</p> <p>12,4</p> <p>10</p> <p>35,25</p> <p>6,32</p> <p>23,95</p>
115	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Время цикла автоматической работы станка</p>	<p>10,23</p>

Продолжение таблицы 1.17

1	2	3
	2. Вспомогательное время	
	Время на установку и снятие детали	5,2
	Время на контрольное измерение	0,26
	Суммарное вспомогательное время	5,46
	3. Время на обслуживание рабочего места	8% от основного
	4. Время на отдых и личные надобности	8% от основного
	5. Подготовительно-заключительное время на партии	
	На наладку станка, инструмента и приспособлений	12,85
	На пробную обработку деталей	12,4
	На получение инструмента перед началом работы и сдача их после окончания работы	10
	Суммарное подготовительно-заключительное время	35,25
	6. Штучное время	15,72
	7. Штучно-калькуляционное время	33,35

1.6 Конструкторская часть

1.6.1 Проектирование приспособления для вертикально – фрезерного станка

Базирование детали в приспособлении ФЮРА300093.003СБ производится по двум плоскостям. Три точки несёт опорная базирующая поверхность, одна точка цилиндрическая поверхность. Опорными элементами являются две опорные пластины, а также подводная опора позиция 2. Для закрепления приспособления на станке в основании корпуса имеются пазы.

Приспособление состоит из жесткого корпуса позиция 1, двух одновременно сходящих прихватов позиция 8, перемещающихся по валу механизма прихватов позиция 13. Зажим осуществляется при помощи прижимной пластины позиция 6. Для транспортировки приспособления предусмотрены 4 рым-болта позиция 22.

1.6.1.1 Силовой расчет приспособления

В данном случае сила зажима перпендикулярна силе резания.

Для определения силы зажима из расчетов режимов резания выбираем наибольшую силу резания на данной операции:

Сила резания равна 2224,6 Н – при фрезеровании.

Силу закрепления определяют из условия равновесия силовых факторов, действующих на заготовку. Расчётная схема и формула для вычисления силы закрепления принимаются по [5].

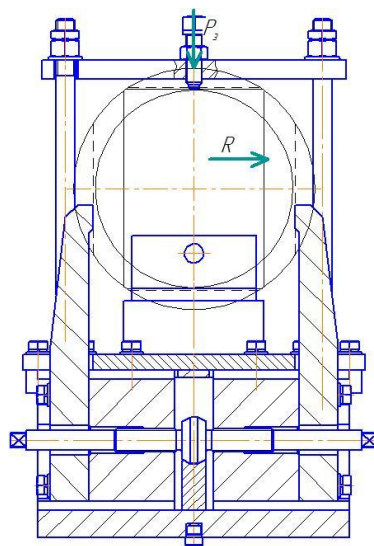


Рисунок 18 Схема сил

Сдвигу заготовки под действием силы резания препятствуют силы трения (не показано), возникающие в местах контактов заготовки с опорами и зажимными механизмами.

$$P_3 = K \cdot R / (f_1 + f_2), \quad (1.60)$$

где R – сила резания, Н;

f_1 и f_2 – коэффициенты трения соответственно в местах контакта заготовки с опорами и с зажимными механизмами.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (1.61)$$

где K_0 – коэффициент гарантированного запаса, $K_0=1,5$;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях, $K_1=1,2$;

K_2 – коэффициент, характеризующий увеличение силы резания в следствии затупления режущего инструмента, $K_2=1,2$;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания при прерывистом резании, $K_3=1,2$;

K_4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления, $K_4=1,2$;

K_5 – учитывающийся при наличии момента стремящегося повернуть заготовку, $K_5=1$.

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1 = 3,1.$$

$$P_3 = 3,1 \cdot 2224,6 / (0,2 + 0,2) = 17240,65 \text{ Н}.$$

1.6.1.2 Расчет приспособления на точность

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления.

$$\epsilon_{\text{пр}} = K \cdot \sqrt{(K_1 \cdot \epsilon_6)^2 + \epsilon_3^2 + \epsilon_{\text{уст}}^2 + \epsilon_{\text{п}}^2 + \epsilon_{\text{изн}}^2 + \Delta_y^2 + \Delta_{\text{и}}^2 + \Delta_{\text{н}}^2 + \Sigma \Delta_{\text{ф}}^2 + \Delta_{\text{т}}^2}, \quad (1.62)$$

где K – коэффициент, учитывающий возможность отступления от нормального распределения отдельных составляющих, равный 1,2;

K_1 – коэффициент принимается если присутствует погрешность базирования, равный 0;

ε_3 – погрешность закрепления, равная 0,03;

$\varepsilon_{уст}$ – погрешность установки приспособления на станке, равна 0;

$\varepsilon_{п}$ – погрешность смещения режущего инструмента;

$\varepsilon_{п}$ равна 0, т. к. отсутствуют направляющие элементы приспособления;

$\varepsilon_{изн}$ – погрешность, возникающая в результате износа составных частей, равна 0,04;

Δ_y – погрешность, возникающая в результате упругих деформаций;

$\Delta_{и}$ – погрешность, вызываемая размерным износом инструмента;

$\Delta_{н}$ – погрешность, возникающая в результате настройки станка;

$\Sigma_{\Delta\phi}$ – погрешность, возникающая в результате геометрической неточности станка;

Δ_t – погрешность, возникающая в результате температурных деформаций.

Составляющие Δ_y , $\Delta_{и}$, $\Delta_{н}$, $\Sigma_{\Delta\phi}$, Δ_t рассчитываются затруднительно, но известно, что их влияние на точность приспособления невелико, поэтому в расчёте их учитывать не будем.

$$\varepsilon_{пр} = 1,2 \cdot \sqrt{0,03^2 + 0,04^2} = 0,06 \text{ мм}.$$

1.6.2 Проектирование приспособления для глубокого сверления

Базирование детали в приспособлении ФЮРА300093.004СБ производится по плоскости и двум отверстиям. Три точки несёт опорная базирующая поверхность, три точки отверстия. Опорными элементами являются две опорные пластины позиции 14, а также две пальца: цилиндрический позиции 12 и срезанный позиции 13. Для закрепления приспособления на станке в основании корпуса имеются пазы.

Приспособление состоит из жёсткого основания позиции 2, трех Г-образных прихватов позиции 15.

1.6.2.1. Силовой расчет приспособления

В данном случае сила зажима перпендикулярна силе резания.

Для определения силы зажима из расчетов режимов резания выбираем наибольшую силу резания на данной операции.

Сила резания равна 1230 Н – при сверлении.

Т. к. при зажиме заготовки применяется Г-образный прихват с винтовым механизмом, то сила зажима определяется по формуле

Сила, необходимая для зажима:

$$P_3 = 1230 \cdot 3,04 \cdot 0,65 = 2430,48 \text{ Н}.$$

Силы, действующие на Г-образном прихвате, изображены на рисунке 19.

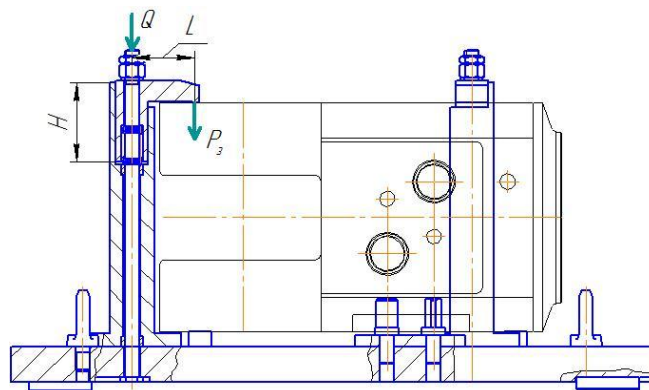


Рисунок 19 Силы, действующие на Г-образном прихвате

Сила, действующая на гайке, находится по формуле (1.63).

$$Q = \frac{P_3}{1 - 3 \cdot f \cdot L/H} = \frac{2430,48}{1 - 3 \cdot 0,15 \cdot 30/45} = 8101,6 \text{ Н.} \quad (1.63)$$

Так как для закрепления детали в приспособлении участвуют три Г-образных прихвата следует требуемое усилие зажима разделить на три.

$$Q = \frac{8101,6}{3} = 2700,53 \text{ Н.}$$

При известной силе Q вычисляют номинальный диаметр винта по формуле (1.64):

$$d = 1,4 \sqrt{\frac{Q}{100}} = 1,4 \sqrt{\frac{2700,53}{100}} = 15,56 \text{ мм.} \quad (1.64)$$

Принимаем $d = 16 \text{ мм.}$

1.6.2.2 Расчет приспособления на точность

Для определения точности спроектированного приспособления необходимо суммировать все составляющие погрешности, влияющие на точность приспособления, рассчитывается по формуле (1.62).

$$\epsilon_{\text{пр}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,03^2 + 0,04^2} = 0,06 \text{ мм.}$$

1.6.3 Проектирование специального режущего инструмента

Для обработки отверстий и получения заданных параметров точности и качества ($R_a=2,5$) была спроектирована развёртка, чертёж которой представлен на листе ФЮРА 300093.005. Хвостовик соединён с режущей частью развёртки с помощью стыковой контактной сварки. Материал режущей части – быстрорежущая сталь Р6М5.

Для развёртки принимаем [16]:

- передний угол $\gamma = 0^\circ$;
- задний угол $\alpha = 8^\circ$;
- допуск на диаметральные размеры должен составлять $\begin{smallmatrix} +0,033 \\ +0,017 \end{smallmatrix} \text{ мм.}$

$$T(\varnothing 27H9) = +0,021 \text{ мм, } T(\varnothing 29) = +0,021 \text{ мм.}$$

Для размера $\varnothing 45H9$ принимаем размер развёртки $\varnothing 45,017^{+0,016} \text{ мм.}$

Для размера M42×1,5 – 7H принимаем $\varnothing 40,517^{+0,016}$ мм. Для размера $\varnothing 38H9$ принимаем $\varnothing 38,017^{+0,016}$ мм.

1.6.4 Проектирование специального мерительного инструмента

Для проверки требования соосности отверстий размерами M42×1,5 – 7H мм и $\varnothing 45H9$ мм был спроектирован калибр соосности, чертёж которого представлен на листе ФЮРА 300093.006. Материал калибров – углеродистая инструментальная сталь У10А.

Рассчитаем калибр соосности [17] для контроля внутренних поверхностей размерами M42×1,5 – 7H мм и $\varnothing 45H9$ мм допуск на соосность составляет 0,06 мм.

Степень точности калибра определяется по допуску на соосность, отнесенному к диаметру ступени.

Степень точности 2.

Допуск на соосность 0,06.

Для ступени диаметром 45H9:

$$d_{k\max} = D_{\min} - T_p + F, \quad (1.65)$$

$$d_{k\min} = d_{k\max} - H, \quad (1.66)$$

$$d_{k-W} = d_{k\max} - H - W, \quad (1.67)$$

где $d_{k\max}$ $d_{k\min}$ – наибольший и наименьший предельные размеры измерительного элемента нового калибра, мм;

D_{\min} – наименьший предельный размер отверстия, мм;

d_{k-W} – размер предельного изношенного калибра, мм;

F – основное отклонение, $F=0,015$ мм;

H – допуск на изготовление, $H=0,006$ мм;

W – величина износа, $W=0,006$ мм;

T_p – позиционный допуск поверхности изделия в диаметральном выражении, $T_p = 0,010$ мм.

$$d_{k\max} = 45 - 0,010 + 0,015 = 45,005 \text{ мм.}$$

$$d_{k\min} = 45,005 - 0,006 = 44,999 \text{ мм.}$$

$$d_{k-W} = 45,005 - 0,006 - 0,006 = 44,993 \text{ мм.}$$

Для ступени диаметром M42×1,5 – 7H:

$$d_{k\max} = 40,5 - 0,010 + 0,015 = 40,505 \text{ мм.}$$

$$d_{k\min} = 40,505 - 0,006 = 40,499 \text{ мм.}$$

$$d_{k-W} = 40,505 - 0,006 - 0,006 = 40,493 \text{ мм.}$$

1.7 Организационная часть

1.7.1 Расчет количества основного оборудования на участке

Определяем общее количество станков на участке:

$$C_{\text{по}} = \frac{T}{F_c \cdot K_3}, \quad (1.68)$$

где T – трудоёмкость годового выпуска изделий, н·ч;

F_c – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

K_3 – коэффициент загрузки.

$$C_{\text{по}} = \frac{8,918}{1970 \cdot 1,2} = 0,004.$$

Принимаем $C_{\text{по}} = 1$.

Соотношение между группами оборудования:

$$D_i = \frac{T_{\text{шк}i}}{\sum T_{\text{шк}}} \cdot 100\%, \quad (1.69)$$

где $T_{\text{шк}i}$ – штучно-калькуляционное время, мин.

Расчеты соотношения между группами оборудования приведены в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Соотношения между группами оборудования

№ Операции	$T_{\text{шк}i}$, мин	$\sum T_{\text{шк}i}$, мин	D_i , %
1	2	3	4
005	32,96	558,08	5,91
010	38,4		6,87
015	36,6		5,56
025	163,5		29,3
035	33,82		6,06
045	19,3		4,46
055, 065	23		4,12
075	92,62		16,6
085	13,73		2,46
095	23,85		4,27
105	23,95		4,29
115	33,35		5,98

Определяем расчётное количество станков:

$$C_{\text{рi}} = \frac{T_{\text{пооб}} \cdot D_i}{100\%}, \quad (1.70)$$

где $T_{\text{пооб}}$ – общее количество станков на участке, шт.

Расчётное количество станков представлено в таблице 4.3.

Таблица 1.18– Расчётное и принятое количество станков

№ Операции	$T_{нооб}$, шт	D_i , %	C_{pi} , шт	C_{pi} , шт
1	2	3	4	5
005	1	18,34	0,183	1
010				
015				
035	1	6,06	0,061	1
025	1	37,54	0,375	1
055				
065				
045	1	6,92	0,069	1
085				
075	1	16,6	0,166	1
095	1	8,56	0,086	1
105				
115	1	5,98	0,06	1

Принятое количество станков выбираем путём округления расчётного значения в большую сторону или в меньшую при условии, что уменьшение не превысит 5% по сравнению с расчётным значением.

Принятое количество станков приведены в таблице 4.3

1.7.2 Определение коэффициентов загрузки

Для каждой операции определяется по формуле:

$$K_{zi} = \frac{C_{pi}}{C_{Pi}} \cdot 100\%, \quad (1.71)$$

где C_{pi} – расчётное количество станков, шт;

C_{Pi} – принятое количество станков, шт.

Средний коэффициент загрузки оборудования представлен в таблице 1.19.

Таблица 1.19 – Средний коэффициент загрузки оборудования

№ Операции	C_{pi} , шт	C_{ni} , шт	K_{zi} , %
1	2	3	4
005	0,183	1	18,3
010			
015			
035	0,061	1	6,1
025	0,375	1	37,5
055			
065			
045	0,069	1	6,9
085			
075	0,166	1	16,6

Продолжение таблицы 1.19

1	2	3	4
095	0,086	1	8,6
105			
115	0,06	1	6

$$K_{з\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_{3i}}{m}, \quad (1.72)$$

где m – количество операций (групп оборудования).

$$K_{з\text{ср}} = \frac{18,3 + 6,1 + 37,5 + 6,9 + 16,6 + 8,6 + 6}{7} = 16,9\%.$$

График загрузки оборудования представлен на рисунке 20.

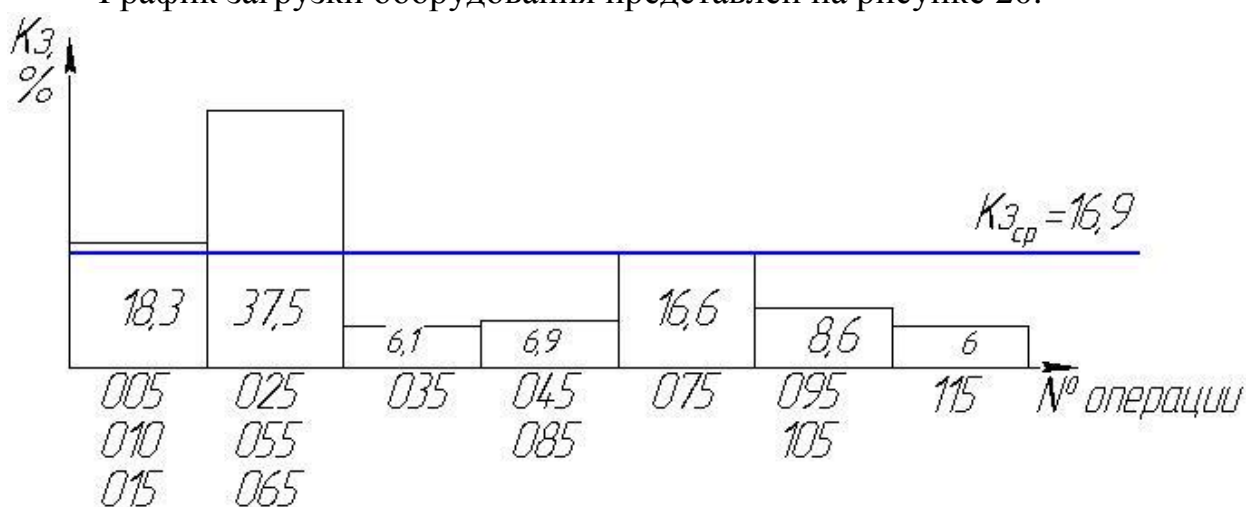


Рисунок 20 График оборудования

1.7.3 Определение суточной производительности

Определяем среднесуточный выпуск детали представителя:

$$q = \frac{N \left(1 + \frac{a}{100} \right)}{\Phi_d}, \quad (1.73)$$

a – дополнительные потери на брак, принимается от 2 до 5%.

$$q = \frac{110 \left(1 + \frac{3}{100} \right)}{247} = 0,46.$$

Определяем суточную производительность на каждой операции:

$$P_i = \frac{16 \cdot 60}{T_{шткi}}. \quad (1.74)$$

Суточная производительность представлена в таблице 4.5.

Таблица 1.20 – Суточная производительность

№ Операции	T _{шкi} , мин	Π _i , шт
1	2	3
005	32,96	29,13
010	38,4	25
015	36,6	26,23
025	163,5	5,87
035	33,82	28,39
045	19,3	49,74
055, 065	23	41,74
075	92,62	10,36
085	13,73	69,92
095	23,85	40,25
105	23,95	40,08
115	33,35	28,79

График производительности представлен на рисунке 21.

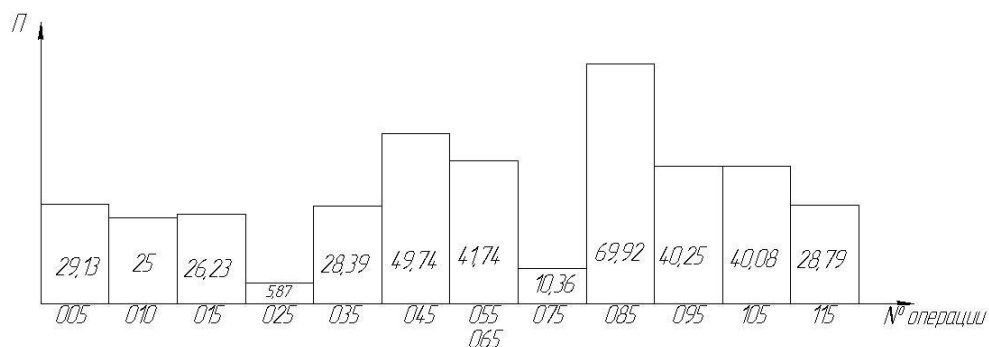


Рисунок 21 График производительности

1.7.4 Определение размера партии запуска

Определяем максимально возможный период запуска:

$$Q_i = \frac{C_{ni} \cdot \Pi_i}{q}, \quad (1.75)$$

где C_{ni} – принятое количество станков.

Таблица 1.21 – Размер партии запуска

№ Операции	Π _i , шт	С _{пi} , шт	Q _i , шт
1	2	3	4
005	80,36	станок CW6163 1	80,36
010			
015			
035	28,39	станок 200НТ 1	28,39

Продолжение таблицы 1.21

1	2	3	4
025	89,35	станок 654 1	89,35
055			
065			
045	119,66	станок EST- 500 1	119,66
085			
075	10,36	станок VMC- 2100 1	10,36
095	80,33	станок AC2550 1	80,33
105			
115	28,79	станок FCH63SCA 1	28,79

$Q=Q_{\min}=15$.

Определяем размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot Q}{\Phi_d}, \quad (1.76)$$

$$n = \frac{110 \cdot 15}{247} = 7 \text{ шт.}$$

Принимаем партию запуска 7 шт.

Данный параметр является исходными данными для службы обеспечения участка инструментом, заготовками, материалом и т.д. При этом, исходя, из n рассчитывается количество запасов на участке, для обеспечения его бесперебойной работы, т.к. излишки неблагоприятно сказываются на работе складской системы, а дефицит ведет к простою и неполной загрузке участка.

1.7.5 Работа вспомогательных служб

В проектируемой планировке принята следующая система обеспечения рабочих мест инструментом и технологической оснасткой. В цехе спроектированного участка имеется отдел подготовки производства. В его обязанности входит: обеспечение технологической документацией, рабочих мест, и архива цеха, контроль за хранением оснастки, инструмента. На разработанной планировке обеспечение рабочих мест инструментом производится через инструментально-раздаточную кладовую, которая обеспечивает хранение и раздачу оснастки на рабочие места, а также сбор и передачу изношенной оснастки на центральный склад, с которого она в свою очередь и снабжается. Для обеспечения участка инструментом и оснасткой старший мастер в конце каждой рабочей смены должен записать в бланк-заказ

необходимый инструмент и его количество за три дня до ввода данного инструмента и оснастки в производство. В заказе указывается комплектация инструмента и оснастки, на день поступления заказа. Бланк-заказ отправляется в ЦИС (центральный инструментальный склад) и на следующий день транспортной системой цеха забирается заказ в конце рабочей смены. В случае отсутствия необходимой оснастки заказ отправляется обратно с имеющейся в наличии оснастки, для соответствующего изменения заказа. Во избежание многократной переписки все вопросы обеспечения сменно-суточного задания необходимо выявлять и решать до начала планового периода. Для автоматизации этого процесса на участке необходимо предусмотреть персональный компьютер, с базой данных всей технологической оснастки, имеющейся в цехе, также данный компьютер соединен по сети с базой данных ЦИС, при этом мастер в цехе располагает информацией о наличии той или иной оснастки, имеющейся на ЦИС. На центральном складе оснастка подлежит ремонту, режущий инструмент заточке, либо переработке. С центрального склада оснастка передается на ремонтный участок цеха, а инструмент на участок подготовки инструмента.

На данной планировке принята система аттестации оснастки и приспособления, которая проводится высококвалифицированным контролером. Для часто используемых и мелких приспособлений один раз в полгода, для мелких и редко используемых приспособлений один раз в год.

В целях заинтересованности рабочих в сохранности и экономии инструмента и оснастки в конце каждого месяца старший мастер проверяет картотеку выдачи инструмента и при повышенной экономии инструмента премирует рабочего. Важную роль в снижении затрат на инструмент играет грамотно организованный бригадный метод работы станочников на участке.

На данном участке применяется следующая система ремонта оборудования и технического обслуживания: в цехе имеются отделы главного механика и главного энергетика. Данные отделы следят за состоянием станочного парка, и проводят ежегодную аттестацию оборудования. На каждый станок заводится эксплуатационный паспорт, по которому отслеживают состояние станка. Ремонт оборудования производится по мере необходимости. На участке также используется система материальной заинтересованности слесарей-ремонтников в бесперебойной работе оборудования и скорейшего его ремонта. Заработная плата рабочих участка механика и электрика напрямую зависит от работоспособности оборудования.

Ответственность за ремонт и обслуживание оборудования несет механик цеха, в подчинении у которого имеется цеховая ремонтная база. Практически данная система действует следующим образом: в начале рабочей смены рабочий проверяет работоспособность оборудования, если в работе оборудования неполадки рабочий сообщает мастеру о неисправности. Мастер в свою очередь сообщает о неполадках механику цеха, в подчинении у которого имеются цеховая ремонтная база. В случае невозможности ремонта оборудования в цехе, механик цеха сообщает об этом в отдел главного

механика (ОГМех), в прямом подчинении которого имеется ремонтно-механический цех, в случае если неполадка связана по механической части. Если же неполадка связана с электрической частью станка, то мастер сообщает электрику цеха. В случае крупной поломки электрик цеха обращается в отдел главного энергетика (ОГЭ). К крупному ремонту может быть привлечен поставщик оборудования.

Какие бы совершенные методы ремонта и диагностики оборудования не были бы применены, невозможно полностью исключить непредвиденные поломки по халатности и невнимательности рабочих. Для снижения последствия негативного воздействия, и снизить простои сборочных и механических цехов по ремонту, используются следующие организационно-технические мероприятия: временные обходные маршруты обработки детали, и замена оборудования.

Система обеспечения рабочих мест предметами труда включает в себя: склад заготовок, склад готовых деталей, склад вспомогательных материалов расположенный в отдельном помещении цеха. Со склада заготовки поступают по мере необходимости на рабочие места. Каждая партия сопровождается сдаточной накладной, в которой указывается количество заготовок, и стоит подпись контролера, подтверждающая качество. Данная система исключает излишние потери времени при отправке и приемке деталей. Обеспечение рабочих мест заготовками производится мостовым краном. Заготовительное отделение располагается в помещении склада и подчиняется начальнику ПДБ. Этот отдел разрабатывает задание на количество и вид требующихся заготовок для участка. Для бесперебойной работы участка необходима ежедневная проработка задания, и грамотное оперативно-производственное планирование.

Система технического контроля и управления качеством продукции включает в себя меры по постоянному повышению качества. К ним относятся: входной контроль заготовок, материальная заинтересованность станочника от работы без брака, а также поощрение бригады при работе с минимальными потерями по браку.

На участке принята следующая организация технического контроля. Комплексная проверка точности и качества детали производится на специально предусмотренном месте универсальным и специальным мерительным инструментом, после полного цикла обработки детали. На разработанной планировке применяется паспорт качества на партию деталей, который уложен вместе с деталями в тару. Данная схема позволяет сократить время контроля и приемки. Данный метод контроля предусматривает проверку размеров детали и геометрической формы, а также качества поверхности, в некоторых случаях контролируются механические свойства детали. Все полученные данные заносятся в паспорт качества детали, в дальнейшем эти данные анализируются и используются для разработки мер по их устранению. Также осуществляется межоперационный контроль непосредственно на рабочем месте. Технический контроль проводится на

рабочих местах на каждой операции непосредственно станочниками.

Основной задачей подсистемы контроля качества продукции является проверка качества продукции на различных этапах производства, а также ее соответствие требованиям технической документации, исключение попадания дефектных деталей на сборку.

Кроме того, в цехе должен существовать входной контроль (полный контроль, исполнитель-контролер) и контроль готовой продукции (выборочный контроль, исполнитель-контролер).

Так же следует отметить, что контроль 1-ой детали должен проводиться мастером или контролером. На каждую смену отводится 1 контролер.

В качестве погрузочно-разгрузочного транспорта и перемещения деталей используются два мостовых крана. Доставка заготовок, а также вывоз готовых изделий и стружки осуществляется автотранспортом.

Задача системы безопасности производства заключается в уменьшении воздействия вредных и опасных факторов производства. Для защиты от опасных факторов предусмотрены технические меры, к которым относятся защитные и предохранительные устройства станков, рациональная планировка оборудования, размещение на площади участка различного рода ограждений и щитков. В целях профилактики несчастных случаев на производстве предусмотрено ряд мероприятий, таких как: обучение рабочих безопасным методам работы, различные инструктажи. Все мероприятия предусмотрены должны выполняться в соответствии с установленными нормативами. В качестве средств защиты применяются специальные средства защиты, такие как: защитные очки, спецодежда, и другие средства.

Безопасность труда на участке обеспечивается путем объединения и координации усилий цехового технического и административного персонала – лиц, ответственных за обеспечение безопасности труда на участке. В основу системы охраны труда на участке положены следующие принципы. Принцип системного контроля, включает в себя самоконтроль работника. Взаимоконтроль между работниками, работающими рядом, и периодический контроль со стороны руководителей участка, администрации и профсоюзной организации цеха. Принцип ответственности работника за нарушения требований и правил безопасности, взаимную ответственность за непринятие мер по предупреждению нарушений.

Еженедельно не менее одного раза в неделю начальник участка проводит инструктаж с коллективом участка на стыке смен или посменно. На них совместно с общественным или профсоюзным инспектором проводит разбор допущенных по цеху и на участке нарушений, а также оглашает необходимые приказы по предприятию, цеху.

Предусмотрена административная и дисциплинарная ответственности работника за нарушения требований и правил безопасности, а также ответственность за непринятие мер по предупреждению нарушений.

В результате обработки металлов резанием образуется значительное количество стружки. На данном участке для уборки стружки из рабочей зоны

станка предусмотрены контейнеры (на чертеже они входят в план станка). За смену стружка заполняет поддон, далее при помощи мостового крана стружка удаляется в контейнеры, которые для удобства расположены около проездов. Дальнейшее транспортирование стружки производится с помощью автотранспорта.

Организационная структура системы управления должна обеспечивать одно важное требование – единство руководства, выражающееся в том, что каждый работник должен подчиняться непосредственно только одному начальнику, от которого он получает задания, перед которым несет ответственность, и который оценивает качество его труда. На данной планировке участка начальником является старший мастер, которому подчиняется сменный мастер и рабочие

Старший мастер ежедневно за 15 минут до начала смены должен проводить планерку с мастерами и бригадами. Старший мастер осуществляет контроль за состоянием оборудования и рабочих мест. Контролирует подготовку участка к выполнению программы на день. Мастер участка на ежедневных «пятиминутках» перед началом рабочей смены напоминает работникам о необходимости строго выполнения и соблюдения требования правил безопасности труда.

Контролирует готовность участка к выполнению дневной программы и осуществляет контроль за выполнением в течение всей смены при обходе рабочих мест.

Планово – диспетчерское бюро выдает начальнику участка план-график на месяц, начальник участка ежедневно выдает сменное задание мастеру, а мастер распределяет работу среди рабочих на участке, рабочий выполняет поставленную задачу.

1.7.6 Расчет численности рабочих

Рабочими основного производства на механическом участке считаются станочники и другие рабочие, занятые выполнением операций основного техпроцесса. В общем виде число основных производственных рабочих, на одну смену определяется по формуле:

$$P = \frac{C_{\Pi} \cdot \Phi_{\text{О}} \cdot K_{\text{З.СР}}}{\Phi_{\text{Р}} \cdot K_{\text{М}}}, \quad (1.77)$$

где $\Phi_{\text{Р}}$ – эффективный фонд работы станочника, за вычетом времени отпуска и по болезни, равный 3944 час;

$K_{\text{М}}$ – коэффициент многостаночного обслуживания, равный 1 (среднее число станков, обслуживаемых одним рабочим);

$\Phi_{\text{О}}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час.

$$P = \frac{6 \cdot 3984 \cdot 0,17}{1850 \cdot 1} = 2,2.$$

Принимаем $P=7$.

Количество вспомогательных рабочих определяется по нормативам, в зависимости от площади участка, количества работающих, и т.д. Для спроектированного участка количество вспомогательных рабочих:

- крановщиков – 1 человек в 1-у смену;
- стропальщиков – 1 человек в 1-у смену;
- мастеров – 1 человек в 1-у смену;
- старший мастер – 1 человек в одну смену.

Общая численность основных рабочих в одну смену – $P_{ст} = 7$ человека, вспомогательных $P_{в} = 4$ человек. Всего работающих на участке $P_0 = 11$ человек.

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 10300

(Подпись)

Ю.Ю. Пчелинцева

(Дата)

Ассистент
кафедры ЭиАСУ

(Подпись)

Д.Н. Нестерук

(Дата)

Нормоконтроль,
к.т.н., доцент кафедры ТМС

(Подпись)

А.А. Ласуков

(Дата)

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10300	Пчелинцевой Юлии Юрьевне

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	специалист	Направление/специальность	151001 «Технология машиностроения»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Годовой фонд рабочего времени – 1976 часов; Цена материала – 36 руб./кг; Цена отходов материала – 10,7 руб./кг; Годовой объем выпуска – 110 шт.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Масса заготовки – 287 кг; Масса детали – 143 кг; Материал – Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543 – 71
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	Система налогообложения - УСН; Ставка отчислений - 0,3

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР / НИ; составление бюджета ИР / НИ; краткое описание основных рисков проекта
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды
4. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)
5. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию
6. Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование и экономическая оценка проекта
7. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. График разработки и внедрения ИР / НИ
2. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.04.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Нестерук Д.Н.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10300	Пчелинцева Ю.Ю.		

2.1 Расчет объема капитальных вложений

Цель данного раздела ВКР – обосновать технологическое решение, предложенное на основе расчёта себестоимости продукции при заданном объёме производства и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

Задачи, стоящие при выполнении экономической части, заключаются в следующем:

- выбор предмета экономической оценки;
- выбор критерия экономической оценки;
- расчёт объёма капитальных вложений;
- расчёт себестоимости продукции при заданном объёме производства;
- выводы и рекомендации по полученным результатам.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса [11]:

$$K_{TO} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot Ц_i, \quad (2.1)$$

где K_{TO} – стоимость технологического оборудования, руб.

m – количество операций технологического процесса.

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции.

$Ц_i$ – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции.

Стоимость технологического оборудования приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	Ц _i , руб.	Q _i , шт.	K _{тоi} , руб.
1	2	3	4	5
005	Токарный станок CW6163	1237500	1	412500
010				
015				
035	Токарный станок с ЧПУ 200НТ	2840500	1	2840500
025	Фрезерный станок 654	360000	1	120000
055				
065				
045	Станок глубокого сверления EST – 500	542000	1	271000
085				

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
075	Вертикальный обрабатывающий центр Challenger VMC-2100	4295200	1	4295200
095	Радиально – сверлильный станок AC2550	939500	1	469750
105				
115	Фрезерный станок FCH63SCA	400000	1	400000
Итого:				8808950

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования определяется приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования:

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,3, \quad (2.2)$$

где $K_{\text{во}}$ – стоимость вспомогательного оборудования, руб.

$$K_{\text{во}} = 8808950 \cdot 0,3 = 2642685 \text{ руб.}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию устанавливается приближенно в размере 10-15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

- инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);
- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);
- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{\text{ин}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15, \quad (2.3)$$

где $K_{\text{ин}}$ – стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря, руб.

$$K_{\text{ин}} = 26426850 \cdot 0,15 = 396402,7 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_{\text{п}} = \Pi_{\text{пп}} + \Pi_{\text{вп}}, \quad (2.4)$$

где $\Pi_{\text{пп}}$ – балансовая стоимость производственных (основных) помещений, руб.;

$\Pi_{\text{вп}}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений, руб.

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ООО «Юргинский машзавод».

$$C''_{\text{п}} = 450000 + 100000 = 550000 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалы

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{пзм}} = \frac{H_{\text{м}} \cdot N \cdot \Pi_{\text{м}}}{360} \cdot T_{\text{обм}}, \quad (2.5)$$

где $H_{\text{м}}$ – норма расхода материала, кг/ед;

$\Pi_{\text{м}}$ – цена материала сталь 36 руб/кг;

$T_{\text{обм}}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

$$K_{\text{пзм}} = \frac{287 \cdot 110 \cdot 36}{360} \cdot 30 = 94710 \text{ руб.}$$

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{\text{нзп}}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{\text{нзп}} = \frac{N \cdot T_{\text{ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{г}}}{360}, \quad (2.6)$$

где $T_{\text{ц}}$ – длительность производственного цикла, дни.

C' – себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.

$k_{\text{г}}$ – коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C'' = \frac{H_{\text{м}} \cdot \Pi_{\text{м}}}{k_{\text{м}}}, \quad (2.7)$$

где $k_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия, (равный от 0,8 до 0,85).

$\Pi_{\text{м}}$ – цена материала сталь 36, руб./кг.

$$C'' = \frac{143 \cdot 36}{0,8} = 6435 \text{ руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_{\text{г}} = (k_{\text{м}} + 1) \cdot 0,5, \quad (2.8)$$

$$k_{\text{г}} = (0,8 + 1) \cdot 0,5 = 0,9$$

$$K_{пзм} = \frac{110 \cdot 3 \cdot 6435}{360} \cdot 0,9 = 5308,9 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{гп} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{гп}, \quad (2.9)$$

где $T_{гп}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

$$K_{гп} = \frac{553,5 \cdot 110}{360} \cdot 30 = 5073,75 \text{ руб.}$$

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{дз} = \frac{B_{рп}}{360} \cdot T_{дз}, \quad (2.10)$$

где $B_{рп}$ – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.

$T_{дз}$ – продолжительность дебиторской задолженности, ($T_{дз}=7 \div 40$) дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$B_{рп} = C' \cdot N \cdot (1 + p/100), \quad (2.11)$$

где p – рентабельность продукции, ($p=15 \div 20\%$).

$$B_{рп} = 553,5 \cdot 110(1 + 20/100) = 73062 \text{ руб.}$$

$$K_{дз} = \frac{73062}{360} \cdot 10 = 2029,5 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств:

$$C_{обс} = K_{пзм} \cdot 0,10, \quad (2.12)$$

$$C_{обс} = 4059 \cdot 0,10 = 405,9 \text{ руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы рассчитываются по формуле:

$$C_M = N \cdot (C_M \cdot H_M \cdot K_{тзр} - C_o \cdot H_o), \quad (2.13)$$

где $K_{тзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

Π_0 – цена возвратных отходов ($\Pi_0=10,7$ руб./кг.).

H_0 – норма возвратных отходов кг/шт.

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_0, \quad (2.14)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_0 – масса изделия, кг.

$$H_0 = 287 - 143 = 144 \text{ кг.}$$

$$C_M = 110 \cdot (36 \cdot 287 \cdot 1 - 10,7 \cdot 144) = 96703 \text{ руб.}$$

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{шти} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N, \quad (2.15)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{шти}$ – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ – часовая ставка j -го разряда, руб./час;

k_n – коэффициент, учитывающий премии и доплаты, $k_n=1,5$;

k_p – районный коэффициент, $k_p=1,3$.

Таблица 2.2 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$t_{шти}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	$C_{зоi}$, руб.
Токарь универсал	32,96	3	1	34	4006,29
Токарь универсал	38,4				4667,52
Токарь универсал	36,6				4448,73
Фрезеровщик универсал	163,5	3	1	32	18704,4
Оператор станков с ЧПУ	33,82	5	1	41	4957,17
Оператор станков с ЧПУ	19,3	5	1	38	2621,91
Фрезеровщик универсал	23	3	1	32	2631,2
Фрезеровщик универсал					
Оператор станков с ЧПУ	92,62	5	1	52	17218,06
Сверловщик универсал	23,85	3	1	36	3069,5
Сверловщик универсал	23,95	3	1		3082,37
Фрезеровщик универсал	33,35	3	1	32	3815,24
Фонд заработной платы всех рабочих					71087,61

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{\text{осо}} = C_{\text{зо}} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (2.16)$$

где α_1 – обязательные социальные отчисления, ($\alpha_1 = 0,31$) руб./год;

α_2 – социально страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, ($\alpha_2 = 0,3 \div 1,7$) руб./год.

$$C_{\text{осо}} = 71087,61 \cdot (0,31 + 1) \text{ руб.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

2.2.4.1. Расчет амортизации оборудования

Годовая норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$a_{\text{ни}} = \frac{1}{T_o} \cdot 100 \%, \quad (2.17)$$

где T_o – срок службы оборудования

$$a_{\text{ни}} = \frac{1}{12} \cdot 100 = 8 \, \%.$$

Сумма амортизации определяется по формуле:

$$A_{\text{ч}} = \sum_{i=1}^n \frac{\Pi_i \cdot a_{\text{ни}}}{F_d \cdot K_{\text{вpi}}}, \quad (2.18)$$

где $A_{\text{ч}}$ – сумма амортизации, руб;

n – количество оборудования;

$K_{\text{вpi}}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, $F_d = 1976$ час.

Расчёт амортизационных отчислений оборудования представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчёт амортизационных отчислений оборудования

№ операции	$K_{\text{вpi}}, \%$	Π_i , руб.	$a_{\text{ни}}, \%$	A , руб.
1	2	3	4	5
005	18,3	412500	8	91,26
010				
015				
025	37,5	2840500	8	306,67
055, 065				
035	6,1	360000	8	238,93

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
045	6,9	542000	8	318,02
085				
075	16,6	4295200	8	1047,56
095	8,6	469750	8	221,14
105				
115	6	400000	8	269,9
Амортизационных отчислений оборудования				2493,48

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений от 30 до 50 лет.

В таблице 2.4 приведены результаты расчёта амортизационных отчислений зданий.

Таблица 2.4 – Расчёт амортизационных отчислений зданий

Помещение	Ц _и , руб.	а _{ни} , %	А _{чи} , руб.
Производственное	450000	2	9000
Вспомогательное	100000	2	2000
Амортизационных отчислений зданий			11000

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_p = (K_{TO} + K_{BO}) \cdot k_{рем} + C_n \cdot k_{з.рем}, \quad (2.19)$$

$$C_p = (8808950 + 2642685) \cdot 0,002 + 550000 \cdot 0,05 = 50403,27 \text{ руб.}$$

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ох} \cdot ц_{ох}, \quad (2.20)$$

где $g_{ох}$ – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка ($g_{ох}=0,03\text{кг/дет.}$).

$ц_{ох}=37 \text{ руб/кг}$ (по данным ОАО «Юргинский машзавод») – средняя стоимость охлаждающей жидкости.

n – количество станков.

$$C_{СОЖ} = 7 \cdot 110 \cdot 0,03 \cdot 37 = 854,7 \text{ руб.}$$

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{возд}} = \frac{g_{\text{возд}} \cdot \Pi_{\text{возд}} \cdot N}{60} \cdot \sum t_{\text{о}}; \quad (2.21)$$

где $g_{\text{возд}}$ – расход сжатого воздуха, $g_{\text{возд}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$.

$\Pi_{\text{возд}} = 0,18 \text{ руб}/\text{м}^3$ – стоимость сжатого воздуха.

$$C_{\text{возд}} = \frac{0,7 \cdot 0,18 \cdot 110}{60} \cdot 228,67 = 924,32 \text{ руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чэ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вр}} \cdot K_{\text{од}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot \Pi_{\text{э}}, \quad (2.22)$$

где N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

K_{N} , $K_{\text{вр}}$ – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени;

$K_{\text{од}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода;
 η – КПД оборудования, ;

$\Pi_{\text{э}}$ – средняя разность стоимости электроэнергии, $\Pi_{\text{э}} = 5,86 \text{ руб}/\text{кВт}$.

Таблица 2.5 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{\text{чэ}i}$, руб
005, 010, 015	13	118059,9
025, 055, 065	13	241925,9
035	12	36326,1
045, 085	5,5	18833
075	22	181233,5
095, 105	4	17071,3
115	22	65505,1
Затраты на электроэнергию для всех операций		660121,8

2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{\text{инт}} = K_{\text{ин}} \times 0,05 = 19820,14 \text{ руб.}$) по предприятию установлена приближенно, поэтому они учитываются как плановые и включаются в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗВР} = \sum_{i=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{пj} \cdot k_{рj}, \quad (2.23)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{змj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$k_{пj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих ;

$k_{рj}$ – районный коэффициент.

$$C_{ЗВР} = 7500 \cdot 1 \cdot 11 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 0,08 = 11154 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{ЗВР} \cdot 0,31. \quad (2.24)$$

где $C_{овр}$ – сумма отчислений за год, руб/год.

$$C_{овр} = 11154 \cdot 0,31 = 3457,74 \text{ руб/год.}$$

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{ЗАУП} = \sum_{j=1}^k C_{зупj} \cdot Ч_{аупj} \cdot 12 \cdot k_{рj} \cdot k_{пдj}, \quad (2.25)$$

где $C_{зупj}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.

$Ч_{аупj}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел.

$k_{пдj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала ($k_{пдj}=1,3$).

$$C_{зауп} = 1500 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,25 \cdot 1,3 = 58500 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{науп} = C_{зауп} \cdot 0,31, \quad (2.26)$$

где $C_{зауп}$ – сумма отчислений за год, руб./год.

$$C_{науп} = 58500 \cdot 0,31 = 18135 \text{ руб.}$$

2.2.11 Прочие расходы

В прочие затраты входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по

сертификации продукции, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{\text{проч}} = \text{ПЗ} \cdot N \cdot 0,7, \quad (2.27)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{проч}} = 1745,36 \cdot 110 \cdot 0,7 = 134392,72 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Себестоимость изготовления данной детали по базовому технологическому процессу составляет ориентировочно 11347,86 руб., а себестоимость изготовления данной детали по разработанному технологическому процессу составляет сумму прямых и косвенных затрат на одну деталь: 9458,78.

Все затраты по элементам приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб/ед	Сумма, руб/год
Прямые затраты:	1745,36	191989,4
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	8791,2	967032
заработная плата производственных рабочих	646,25	71087,61
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	219,73	24169,79
Косвенные затраты:	7713,42	848476,2
амортизация оборудования предприятия	22,67	2493,48
заработная плата вспомогательных рабочих	101,4	11154
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	31,43	3457,74
заработная плата административно-управленческого персонала	531,82	58500
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	164,86	18135
прочие расходы	1221,75	134392,72
Итого	9458,78	1040465,6

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10300	_____	<u>Ю.Ю. Пчелинцева</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	
Консультант	_____	<u>В.А. Портола</u>
д.т.н, профессор	(Подпись)	
кафедры БЖД и ФВ	_____	
	(Дата)	
Нормоконтроль,	_____	<u>А.А. Ласуков</u>
к.т.н., доцент кафедры ТМС	(Подпись)	

	(Дата)	

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10300	Пчелинцева Юлия Юрьевна

Институт	ЮТИ ТПУ	Кафедра	ТМС
Уровень образования	специалист	Направление/специальность	151001 «Технология машиностроения»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:
 - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
 - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
 - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)
 - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:
 - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
 - действие фактора на организм человека;
 - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
 - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности
 - механические опасности (источники, средства защиты);
 - термические опасности (источники, средства защиты);
 - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
 - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
3. Охрана окружающей среды:
 - защита селитебной зоны

<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	12.04.2016
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Портола В.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10300	Пчелинцева Ю.Ю.		

3.1 Характеристика объекта исследования

При анализе условий труда необходимо рассматривать производственный процесс, окружающую среду и их влияние на человека при выполнении работ в соответствии с ГОСТ 183.002-75. В нем предусматриваются требования к технологическим процессам, размещению оборудования и организации рабочих мест, к хранению и транспортированию исходных материалов, готовой продукции, отходов, к профессиональному отбору и проверке знаний работающих.

В механических цехах производят все виды обработки металлов, при этом возникает ряд опасных ситуаций. Вредными физическими производственными факторами, характерными для процесса резания, являются: повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны, шум и вибрации, недостаточная освещенность и т.д.

Разработанный технологический процесс состоит из тринадцати механических операций, десяти слесарных и одной контрольной операции. Операции выполняются как на обычных универсальных станках, так и на станках с числовым программным управлением. В качестве СОТС применяется эмульсия и масло.

3.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

В процессе обработки корпуса на рабочего действуют следующие вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;
- электрический ток поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы станков могут привести к серьёзным травмам, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ на которых существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной;
- шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность и ухудшается качество работы, повышается вероятность несчастных случаев;
- вибрация может привести к развитию виброболезни; стружка может привести к травме в виде порезов, особенно опасна сливная стружка;
- СОЖ (смазывающе-охлаждающая жидкость) может привести к развитию кожных заболеваний.

3.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Производственное освещение предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы, снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выпускаемой продукции. Благоприятно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего; повышает безопасность труда и снижает травматизм на производстве.

С одной стороны, существует опасность отрицательного влияния на органы зрения слишком большой яркости источников света, а так же больших перепадов яркости соседних объектов. Следствием этого является временное нарушение зрительных функций глаза (явление слепимости) со всеми, вытекающими отсюда негативными последствиями, нежелательными как для трудовой деятельности, так и для самого человека.

В то же время рациональное освещение производственных помещений оказывает положительное психофизиологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда, обеспечению его безопасности, сохранению высокой работоспособности человека в процессе труда.

К промышленному освещению предъявляются следующие требования:

- освещение на рабочем месте должно соответствовать зрительным условиям труда согласно строительным нормам СНиП 23-05-95;
- необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства;
- в поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость;
- величина освещенности должна быть постоянной во времени;
- осветительная установка не должна быть источником дополнительных опасностей и вредностей.

Существует три вида освещения: общее; местное; комбинированное.

В производственном помещении должно быть обеспечено естественное освещение. Световые проемы не допускается загромождать оборудованием и следует очищать от пыли по мере загрязнения.

На данном участке используется комбинированное освещение, которое соответствует требованиям СНиП 23-05-95. Для освещения общего надзора за эксплуатацией оборудования применяются ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ. Для местного освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ.

Расчет общего равномерного искусственного освещения рабочей поверхности выполняется методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности поверхности с учетом света, отраженного стеклами и потолком.

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп, лм.

E – минимальная освещенность, лк.

K – коэффициент запаса.

S – площадь помещения, м².

z – коэффициент неравномерности освещения.

n – число ламп в помещении.

η – коэффициент использования светового потока.

Величина освещенности E выбирается из таблицы 4.1 [18], исходя из следующих величин:

- характеристика зрительной работы: наивысшей точности;
- наименьший размер объекта различения: менее 0,15 мм;
- разряд зрительной работы: 1;
- подразряд зрительной работы: Б;
- контраст объекта с фоном: малый;
- характеристика фона: средний.

Следовательно, величина освещенности должна составлять 4000 Лк, из которых 400 лк – общего освещения.

По таблице 4.8 [18] для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса $K = 1,5$.

Наименьшая высота подвеса светильников над полом находится по таблице 4.7; для светильников СЗ–4ДРЛ равна 3,5 до 4,5 м. Принимаем высоту подвеса светильников над полом равной 7 м. Следовательно, высота подвеса светильников над рабочей поверхностью составит:

$$h = 7 - 1 = 6 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot h, \quad (3.2)$$

$$\text{отсюда } \lambda = \frac{L}{h}, \quad (3.3)$$

Из таблицы 4.9 [18], $\lambda = 14$; отсюда, $L = 1 \cdot 6 = 6 \text{ м.}$

Наибольшая равномерность освещения имеет место при размещении светильников по углам прямоугольника. Расстояние от стен помещения до крайних светильников равно $1/3 L = 1/3 \cdot 6 = 2 \text{ м.}$

$$20 - 4 = 16 \text{ м, } 11 - 4 = 7 \text{ м.}$$

$$\lambda = 16/6 = 2,7.$$

принимаем 3;

$$\lambda = 7/6 = 1,2.$$

принимаем 2.

Количество светильников: $n = 6$.

Индекс помещения:

$$I = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (3.4)$$

$$I = \frac{220}{6 \cdot (20 + 11)}.$$

где А, В – стороны помещения, м.

По таблице 3.2 [18] коэффициент использования светового потока принимаем 53%.

Коэффициент неравномерности освещения равен 0,9.

$$\Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 220 \cdot 0,9}{6 \cdot 0,53} = 37358,5 \text{ лм.}$$

Принимаем: 6 светильников СЗ-4ДРЛ 1000 Вт ($\Phi = 46000$ лм).

3.4 Обеспечение оптимальных параметра микроклимата рабочего места

Необходимым условием здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение нормальных метеорологических условий и чистоты воздуха рабочей зоны производственных помещений. Микроклимат производственных помещений, т.е. климат внутренней среды этих помещений, определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха.

Производственные процессы сопровождаются выделением в воздух рабочей зоны различного рода загрязнений и тепловых излучений. При контакте с организмом человека вредные вещества могут вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

Для обеспечения безопасного уровня вредных веществ в воздухе проводится целый комплекс мероприятий, важнейшими из которых являются: применение естественной и принудительной вентиляции, применение дистанционного управления оборудованием и автоматизация оборудования.

Для поддержания требуемых параметров чистоты воздуха и микроклимата применяют различные виды вентиляции. По характеру организации воздухообмена различают общеобменную и местную вентиляцию, а в зависимости от назначения - приточную, вытяжную и приточно-вытяжную.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху в рабочей зоне – по ГОСТ 12.1.005-88. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений - СанПин 2.2.4.548-96.

В помещении применена естественная вентиляция, которая осуществляется открыванием створок в световых фонарях и окнах, через которые поступает и удаляется воздух под действием внутренних и внешних факторов.

Для поддержания в производственных помещениях в холодное время года заданной температуры воздуха применяется отопление. В зависимости от теплоносителя системы отопления бывают водяные, паровые, воздушные и комбинированные.

В производственном здании предусмотрены системы отопления, водоснабжения и канализации. Наиболее эффективны в санитарно-гигиеническом отношении системы водяного и парового отопления и электрокалориферы.

3.5 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

При работе станков создаётся опасность поражения человека электрическим током. Для защиты от данного вредного фактора все станки должны быть заземлены. Все электрошкафы снабжены концевыми выключателями для исключения случайного попадания человека в зону действия электрического тока.

3.5.1 Расчет заземления

Защитное заземление является простым, эффективным и широко распространённым способом защиты человека от поражения электрическим током. Обеспечивается это снижением напряжения оборудования, оказавшегося под напряжением и землёй до безопасной величины.

Конструктивными элементами защитного заземления являются заземлители – металлические проводники, находящиеся в земле, и заземляющие проводники, соединяющие заземляемое оборудование с заземлителем.

На участке применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метров и диаметром 40 мм.

Сопrotивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000В должно быть не более 10 Ом.

На проектируемом участке применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки на котором находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 1×12 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют, как правило полосовую сталь.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы.

Глубина заземления составляет 0,8 м, почва - суглинок.

Сопrotивление одиночного заземлителя R_3 , Ом, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln \left(\frac{4 \cdot h_m}{d} \right), \quad (3.5)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, см.

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом·см.

l_m – длина трубы, см.

h_m – глубина заковки трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см.

$d=4$ см; $\rho_3=104$ Ом·см; $l_m = 250$ см; $h_m = 205$ см.

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 250}{4}\right) = 34 \text{ Ом.}$$

Определяем требуемое число заземлителей Π , в штуках по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (3.6)$$

где η – коэффициент использования группового заземлителя, $\eta = 0,8$.

$$\Pi = \frac{34}{5 \cdot 0,8} = 8,5 \text{ шт.}$$

Принимаем $\Pi = 9$ шт.

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1), \quad (3.7)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (9 - 1) = 42 \text{ м.}$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right), \quad (3.8)$$

где b – ширина полосы, см.

l_n – длина полосы, см.

ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см.

h_n – глубина заковки трубы в землю, см.

$b = 1,2$ см; $\rho_n = 104$ Ом·см; $l_n = 4200$ см; $h_n = 80$ см.

$$R_n = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом.} \quad (3.9)$$

Резльтирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi}, \quad (3.10)$$

где η_3 – коэффициент использования труб контура, $\eta_3 = 0,8$.

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n = 0,7$.

Подставив значения в формулу получим:

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 9} = 4,6 \text{ Ом.}$$

$4,6 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$.

Движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде.

Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор.

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. В соответствии с классификацией шумов, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562-96 шумы делятся:

- широкополосные;
- тональные;
- постоянные;
- непостоянные;
- прерывистые;
- колеблющиеся;
- импульсные.

В борьбе с производственным шумом применяются методы:

- уменьшение шума (совершенствование технологических операций и применяемого оборудования);
- ослабление на пути следования шума (проводится акустическая обработка помещений, основанная на явлении поглощения звука волокнисто-пористыми материалами).

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб.

Вибрация – механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего). Для уменьшения уровня вибрации применяют виброизоляцию. Между источником и объектом помещаются упругие элементы – амортизаторы. Предельно допустимая норма вибраций по СН 2.2.4/2.1.8.566-96: общая – 92 Дб; местная – 120 Дб.

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая подразделяется на стружку скалывания и сливную.

Стружка скалывания образуется при операциях фрезерования. Защитой от такого вида стружки являются экраны и щитки, предохраняющие работающего.

Сливная стружка образуется при точении, растачивании, сверлении. Она сходит в виде непрерывной ленты и может острыми кромками нанести работающему тяжелую травму.

При высоких скоростях резания стружка имеет высокую температуру $600 \div 700^{\circ}\text{C}$, что может нанести ожоги.

Режимы резания выбраны с таким расчётом, чтобы сечение стружки делало её хрупкой и облегчало измельчение.

СОТС выбрана учитывая разрешение министерства здравоохранения РФ в соответствии с ГОСТ 12.3.025–80:

МР–3 (ТУ 38.201254–76) – маловязкое минеральное масло;

ВЕЛС–I (ТУ 38.00145843017–94) – полусинтетическая эмульсия.

Допустимая концентрация вредных веществ для здоровья человека соответствует ГОСТ 12.0.004–79. Периодичность замены СОТС устанавливается по результатам контроля не реже одного раза в месяц, эмульсий – одного раза в неделю, полусинтетических жидкостей – одного раза в две недели.

Не реже одного раза в неделю должен производиться анализ СОТС на отсутствие микробов, вызывающих кожные заболевания. Дополнительно контроль может проводиться при появлении запаха или раздражении кожи.

Хранить и транспортировать СОТС необходимо в чистых стальных резервуарах, изготавливаемых из белой жести, оцинкованного листа или пластмасс. СОТС хранится в соответствии с требованиями СНиП 11–106–72.

3.6 Психологические особенности человека при его участии в производстве работ на данном рабочем месте

Важным элементом рабочего места является рабочая (производственная) среда, которая оказывает существенное влияние на функциональное состояние и работоспособность человека. Рабочая среда также оказывает непосредственное влияние на показатели надежности, быстроты и точности работы человека.

Увеличение сложности и скорости течения производственного процесса выдвигает повышенные требования к точности действий рабочего, скорости принятия решений в осуществлении управленческих функций. В значительной степени возрастает ответственность за совершаемые действия, т.к. ошибка рабочего также может привести к браку. Поэтому работа рабочего характеризуется значительными увеличениями нагрузки на нервно-психическую деятельность человека.

Степень автоматизации технологического процесса требует от рабочего высокой готовности к экстренным действиям, т.к. при нормальном протекании процесса основной функцией рабочего является контроль и наблюдение за его ходом. А при возникновении нарушений он должен осуществить резкий переход от монотонной работы к активным, энергичным действиям по ликвидации возникших отклонений. При этом он должен в течение короткого промежутка времени переработать большое количество информации, принять и осуществить правильное решение. Это приводит к возникновению сенсорных, эмоциональных и интеллектуальных перегрузок.

На психику рабочего также влияют степень освещенности рабочего места, т.к. 90% всей информации он получает через зрительный анализатор. А плохое освещение является раздражителем зрительного анализатора, что вызывает общее утомление рабочего.

Факторы рабочей среды разделяют на физические и химические. При нормировании факторов рабочей среды различают следующие уровни:

- комфортная рабочая среда, обеспечивающая оптимальную динамику работоспособности человека, хорошее самочувствие и сохранение его здоровья;

- относительно дискомфортная рабочая среда, воздействие которой в течение определенного интервала времени обеспечивает заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывает у человека неприятные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы;

- экстремальная рабочая среда, приводящая к снижению работоспособности человека, вызывающая изменения, выходящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим изменениям;

- сверхэкстремальная рабочая среда, приводящая к снижению работоспособности человека и вызывающая патологические изменения, создающая невозможность выполнения работы.

Факторы рабочей среды могут оказывать как прямое, так и косвенное влияние на состояние и качество работы человека.

3.7 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или в следствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность – это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II–2–80, СНиП II–89–80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий

СНиП II-92-76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения^[17] по ГОСТ 12.4.009-83:

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением – 2 шт;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением – 0,5 м³;
- кран внутреннего пожарного водопровода – 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 – 2 шт.

При проектировании и строительстве производственных зданий (электромашинных помещений, трансформаторных подстанций) необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д и Е. Производства категорий А, Б, В характеризуется обращением горючих газов, жидкостей, пыли с различными показателями пожароопасности от более опасных (категория А – склады бензина, аккумуляторные) до менее опасных (категория Б – размольные отделения мельниц, мазутное хозяйство, категория В – применение и хранение масел, узлы пересыпки угля); Г – наличие веществ, материалов в горячем, раскаленном, расплавленном состоянии – котельные, РУ с масляными выключателями, литейные, кузнечные; Д – наличием негорючих веществ в холодном состоянии (электроремонтные мастерские, щитовые); Е – взрывоопасные производства – наличие газов и взрывоопасной пыли, но в таком количестве, что возможен только взрыв без последующего горения (зарядные станции). Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В.

Рабочие должны быть проинструктированы о действиях, которые они должны будут выполнить в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В рабочем коллективе необходимо назначить ответственных за пожаробезопасность. На каждом участке должны быть оборудованы места для курения. На рабочих местах курить строго запрещается.

3.8 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

Правила установления допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу – в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78. Большую опасность представляет собой загрязнение атмосферы. Выбросы в атмосферу – неотъемлемая часть любого технического процесса.

В человеческий организм вредные вещества могут попасть через дыхательные пути, пищеварительный тракт и кожный покров. Наибольшее значение имеет поступление их через органы дыхания, потому загрязнение атмосферы представляет для здоровья человека наибольшую опасность.

Наряду с органами дыхания, содержащиеся в воздухе вредные вещества, поражают органы зрения и обоняния.

Министерством здравоохранения РФ установлены предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе. На величину концентраций вредных примесей в атмосфере влияют метеорологические условия, определяющие перенос и рассеивание примесей в воздухе.

Основной способ защиты атмосферы от промышленной пыли и тумана - применение пыли и тумана – улавливающего оборудования. Основные группы этого оборудования: сухие пылеуловители, мокрые пылеуловители, электрофильтры, и фильтры.

К сухим пылеуловителям относятся вихревые и радиальные аппараты (деление пыли происходит за счет сил гравитации и инерции).

Мокрые пылеуловители работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхности капель или пленки жидкости под действием сил инерции и броуновского движения.

Очистка в электрических фильтрах основана на ударной ионизации газа в зоне ионизирующего разряда. Газы, попадающие в электрофильтр, частично ионизированы и способны проводить ток. Поэтому попадая между двумя электродами фильтра они осаждаются на них. Фильтры широко применяются в промышленности для очистки вентиляционного воздуха от примесей.

На машиностроительных предприятиях сточные воды очищаются в локальных очистных сооружениях от примесей, характерных для определенного технического прогресса, затем осуществляется очистка общего стока предприятия.

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов санитарно- бытового использования - в соответствии с инструкцией 2932-83. Общие требования к определению загрязняющих веществ почвы - по ГОСТ 17.4.3.03-85.

Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные емкости. Водную фазу СОЖ подвергают очистке до предельно допустимой концентрации или разбавляют. Концентрация нефтепродуктов сточных вод при сбросе их в канализацию должна соответствовать СНиП 32-74.

На машиностроительном предприятии «ООО» Юргинский машиностроительный завод» в процессе производства образуется большое количество отходов. Твердые отходы: отходы металлов, пластмасс, дерева, пыль, промышленный мусор (резина, шлак, песок, и другое). Жидкие отходы: осадки сточных вод из очистных сооружений, пыль из систем мокрой очистки воздуха и газов.

Большое количество отходов используется в качестве вторичного сырья. В частности, лом и отходы металлов, которые классифицируют по физическим признакам - на группы и марки, по показателям качества - на сорта.

Целесообразность обработки отходов определяется их качеством и степенью использования в производстве. Отходы, не пригодные для переработки и использования в качестве вторичного сырья либо сжигаются, либо вывозятся, и производится их захоронение на полигонах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс механической обработки проушины ФЮРА.300093.001 для мелкосерийного производства на основе заводского технологического процесса.

При разработке технологического процесса был проведен сравнительный анализ способов получения заготовки: штамповка в открытом штампе и прокат. В качестве заготовки была принята заготовка из проката. Предложенный спроектированный технологический процесс в значительной степени отличается от базового. Отличие заключается в применении нового оборудования, приспособлений и инструмента, что позволило снизить трудоемкость изготовления.

Составление рациональной последовательности обработки и назначение прогрессивных режимов резания, позволило сократить время на изготовление детали, получить более качественные и точные поверхности. Время на изготовление одной детали составило около 535,08 мин. В базовом – около 603,2 минут.

В конструкторской части разработаны два приспособления, специальный режущий инструмент – развёртка и специальный мерительный инструмент – калибр соосности, что также позволило снизить трудоёмкость изготовления и контроля изделия

В организационной части рассчитано необходимое количество рабочих, станков, коэффициент загрузки оборудования. Средний коэффициент загрузки оборудования 16,9%.

В разделе социальная ответственность рассчитаны освещенность и заземление, а также рассмотрены меры борьбы с опасными и вредными факторами, возникающие на производстве. Разработаны мероприятия по ликвидации ЧС и меры по обеспечению экологической безопасности и охраны окружающей среды.

На основании действующего технологического процесса была спроектирована заготовка – прокат, коэффициент использования металла равен 0,49. В базовом проекте 0,6. Экономический эффект по сравнению со штамповкой 207798,8 руб. на годовую программу выпуска.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога - машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 461с.
2. Справочник технолога- машиностроителя. В 2-х томах. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 496с.; Т.2. – 256с.
3. Каталог «Токарная обработка» фирмы Pramet, 2012 – 344 с.
4. Каталог «Фрезерная обработка» фирмы Pramet, 2010 – 196 с.
5. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х томах / Под общ. ред. Б.Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. Т.1. – 592с.; Т.2. – 256с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – М.: Машиностроение, 1974. – 422 с.
7. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога - машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 461 с.
8. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
9. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х частях. В.Д. Мягков и др. Машиностроение, 1983. 4.1. – 543 с.; 4.2. – 448с.
10. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А.. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
11. Технология машиностроения: методические указания к содержанию и выполнению курсового проекта по курсу «Технология машиностроения» для студентов специальности 151001 «Технология машиностроения» очной и очно-заочной форм обучения. – Юрга: Изд. ЮТИ ТПУ, 2011. – 31 с.
12. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. – М.: Машиностроение. 1987. – Выпуск 3. – 798 с.
13. Sandvik - Engineering group in tooling, materials technology, mining and construction [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sandvik.com/> (дата обращения 25.04.2011)
14. ГОСТ 7505 – 86. Поковки стальные штампованные – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. – 36 с.
15. Кувалдин Ю.И. Расчет припусков и промежуточных размеров при обработке резанием: учебное пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования / Ю.И. Кувалдин, В.Д. Перевощиков. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2005. – 163 с.
16. «Развертки цилиндрические. Допуски на размер СТП – 406 – 1306 – 79 » – 110 с.

17. ГОСТ 16085 – 80 Калибры для контроля расположения поверхностей – М.: Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1900. – 23с.
18. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно – методическое пособие. – Юрга: Изд. Филиал ТПУ, 2002. – 96 с.